

PAULO CESAR BOTOSSO

***Anatomia e Aspectos Filogenéticos do
Xilema Secundário de 10 Espécies de
ANNONACEAE do Estado de Santa Catarina***

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do "Título - M. Sc.", no Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

1982



COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

PARECER

Os membros da Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato PAULO CESAR BOTOSSO, sob o título "ANATOMIA E ASPECTOS FILOGENÉTICOS DO XILEMA SECUNDÁRIO DE 10 ESPÉCIES DE *Annonaceae* DO ESTADO DE SANTA CATARINA" para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, área de concentração TECNOLOGIA E UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação, completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais. Observação: O critério de avaliação da Dissertação e defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 18 de outubro de 1982.

Berta Lange de Morretes

Professora Berta Lange de Morretes, DRa.

Primeira Examinadora

Ralph George Hertel

Professor Ralph George Hertel, DR.

Segundo Examinador

Mario Takao Inoue

Professor Mario Takao Inoue, DR.

Presidente



Aos meus pais,

Altino e Ofélia

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, pela acolhida e por possibilitar a realização do curso na opção de Tecnologia da Madeira.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de recursos financeiros.

Aos professores orientadores, Dr. Peter Karstedt e Aracely Vidal Gomes, pela amizade, estímulo e colaboração.

Ao professor Ademir Reis do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Catarina e do Herbário Barbosa Rodrigues, pela inestimável colaboração na coleta e identificação do material analisado.

Ao professor Lincoln Lopes Teixeira, pelas sugestões apresentadas neste trabalho.

Ao professor Guido Ferencz do Departamento de Física do Setor de Ciências Exatas da U.F.Pr., pelo auxílio na parte de fotomacrografias.

A Zilda Margraf, pela elaboração dos desenhos das estruturas anatômicas realizados em câmara clara.

A Iraci Fumie Kamei, pela cooperação durante a fase de redação do texto.

Ao Paulo Cesar Fernandes Lima, pelo estímulo e valio
sas sugestões apresentadas no trabalho.

A bibliotecária Léa Terezinha Belczak do Setor de Ci
ências Agrárias da U.F.Pr., pelo auxílio no fornecimento de
material bibliográfico.

A Soli Maria Dal-Comuni, pelo auxílio nos trabalhos
de laboratório.

A Mariza do Carmo Druzina, pela ajuda por ocasião do
processamento dos dados.

A Leocilêa Aparecida Vieira, auxiliar de bibliotecá
ria do Setor de Ciências Agrárias, pela datilografia desta
dissertação.

Aos demais professores, funcionários e colegas, e to
dos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram na rea
lização deste trabalho.

BIOGRAFIA

PAULO CESAR BOTOSSO, filho de Altino Botosso e Ofélia Perini Botosso, nasceu no dia 23 de outubro de 1957, na cidade de Presidente Prudente, São Paulo.

Realizou os cursos do primeiro e segundo graus no Instituto de Educação Estadual Fernando Costa, em Presidente Prudente, concluindo-os em 1975.

Em 1976 iniciou o Curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Mato Grosso, graduando-se em 1979.

Em março de 1980 iniciou na Universidade Federal do Paraná, o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal com especialização na Área de Tecnologia de Produtos Florestais, concluindo os requisitos para o grau de M.Sc. em junho de 1981.

C O N T E Ú D O

	Página
Lista de Figuras	ix
Lista de Quadros	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Relação entre a Anatomia da Madeira e Taxono mia	4
2.2. O papel da Anatomia da Madeira na Filogenia.	7
2.3. Especialização filogenética na estrutura do lenho	13
2.4. Família <i>Annonaceae</i>	25
2.4.1. Distribuição	26
2.4.2. Taxonomia	28
2.4.3. Anatomia da Madeira	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1. Espécies estudadas	33
3.2. Coleta do material	33
3.3. Microtécnica	35
3.4. Preparação de lâminas da região de câmbio ..	37
3.5. Medições e descrições anatômicas dos elemen tos celulares	38

	Página
3.6.	Determinação quantitativa do percentual de tecidos 39
3.7.	Processamento dos dados 40
3.8.	Análise de aspectos de importância filogenética 41
3.9.	Ilustrações 42
4.	RESULTADOS 44
4.1.	Descrição geral da estrutura do lenho das espécies 44
4.1.1.	<i>Annona cacans</i> (Warm.) var. <i>glabriuscula</i> R.E. Fries 44
4.1.2.	<i>Annona glabra</i> L. 53
4.1.3.	<i>Duguetia lanceolata</i> St. Hil. 61
4.1.4.	<i>Guatteria australis</i> St. Hil. 69
4.1.5.	<i>Porcelia macrocarpa</i> (Warm.) R.E. Fries 78
4.1.6.	<i>Rollinia emarginata</i> Schlecht. 86
4.1.7.	<i>Rollinia exalbida</i> (Vell.) Mart. 94
4.1.8.	<i>Rollinia sericea</i> R.E. Fries 103
4.1.9.	<i>Rollinia silvatica</i> R.E. Fries 111
4.1.10.	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng. 119
4.2.	Observações especiais na anatomia do lenho. 127
4.3.	Análise dos elementos da estrutura anatômica do xilema 137
4.4.	Chave dicotômica 154
4.5.	Aspectos de importância filogenética 156
4.5.1.	Câmbio 157
4.5.2.	Xilema 159

	Página
4.6. Influências ecológicas	173
5. DISCUSSÃO	177
5.1. Estrutura anatômica do xilema	177
5.2. Considerações filogenéticas das estruturas anatômicas	186
5.2.1. Câmbio	187
5.2.2. Xilema	188
5.3. Considerações ecológicas	198
5.4. Considerações taxonômicas e filogenéticas das madeiras estudadas	201
6. CONCLUSÕES	208
7. RESUMO	210
SUMMARY	212
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	216
APÊNDICES	223

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localização dos pontos de coleta do material no Estado de Santa Catarina	36
2	Aspectos anatômicos do xilema de <i>Annona cacans</i> var. <i>glabriuscula</i>	50
3.	Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de <i>Annona cacans</i> var. <i>glabriuscula</i>	51
4	Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de <i>Annona cacans</i> em secção longitudinal tangen <u>c</u> ial	52
5	Aspectos anatômicos do xilema de <i>Annona glabra</i>	58
6	Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de <i>Annona glabra</i>	59
7	Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de <i>Annona glabra</i> em secção longitudinal tangen <u>c</u> ial	60
8	Aspectos anatômicos do xilema de <i>Duguetia lanceolata</i>	66
9	Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de <i>Duguetia lanceolata</i>	67
10	Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de <i>Duguetia lanceolata</i> em secção longitudinal tangencial	68

11	Aspectos anatômicos do xilema de <i>Guatteria australis</i>	74
12	Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de <i>Guatteria australis</i>	76
13	Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de <i>Guatteria australis</i> em secção longitudinal tangencial	77
14	Aspectos anatômicos do xilema de <i>Porcelia macrocarpa</i>	83
15	Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de <i>Porcelia macrocarpa</i>	85
16	Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de <i>Porcelia macrocarpa</i> em secção longitudinal tangencial	85
17	Aspectos anatômicos do xilema de <i>Rollinia emarginata</i>	91
18	Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de <i>Rollinia emarginata</i>	92
19	Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de <i>Rollinia emarginata</i> em secção longitudinal tangencial	93
20	Detalhes anatômicos do xilema de <i>Rollinia exalbida</i>	99
21	Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de <i>Rollinia exalbida</i>	101
22	Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de <i>Rollinia exalbida</i> em secção longitudinal tangencial	102

Figura		Página
23	Aspectos anatômicos do xilema de <i>Rollinia sericea</i>	108
24	Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de <i>Rollinia sericea</i>	109
25	Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de <i>Rollinia sericea</i> em secção longitudinal tangencial	110
26	Aspectos anatômicos do xilema de <i>Rollinia silvatica</i>	116
27	Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de <i>Rollinia silvatica</i>	117
28	Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de <i>Rollinia silvatica</i> em secção longitudinal tangencial	118
29	Aspectos anatômicos do xilema de <i>Xylopia brasiliensis</i>	124
30	Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de <i>Xylopia brasiliensis</i>	125
31	Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de <i>Xylopia brasiliensis</i> em secção longitudinal tangencial	126
32-41	Fotografias da estrutura especial (vasos <u>ra</u> diais) observada no xilema de <i>Annona glabra</i> ...	131
42	Fotografia da estrutura especial (vasos <u>ra</u> diais) observada no xilema de <i>Annona cacans</i> var. <i>glabriuscula</i>	133
43-46	Fotografias da estrutura especial (vasos <u>ra</u> diais) observada no xilema de <i>Guatteria australis</i>	134

Figura	Página
47. Fotografia da estrutura especial (vasos radiais) observada no xilema de <i>Rollinia exalbida</i>	134
48-51 Fotografias das estruturas especiais (vasos radiais e séries de células perfuradas de raio) no xilema de <i>Duguetia lanceolata</i>	135
52-56 Fotografia da estrutura especial (séries de células perfuradas de raio) no xilema de <i>Rollinia emarginata</i>	136
57 Percentual dos tecidos que compõem o xilema (Histometria do xilema)	138
58 Percentagem das classes de comprimento de elementos de vaso (μm), conforme COPANT 30: 1-019 ..	140
59 (I) Valores médios correspondentes à frequência de poros/ mm^2 (II) Correlação entre os valores médios de frequência de poros/ mm^2 e diâmetro tangencial de poros (μm) (III) Comprimento médio dos apêndices vasculares (μm)	142
60 Percentagem das classes de altura de raios multisseriados (μm), conforme COPANT 30: 1-019 ..	147
61 Percentual dos diferentes tipos de raios multisseriados, quanto a sua largura em número de células	148
62 Valores médios correspondentes ao parênquima radial das espécies estudadas	150
63 Percentagem das classes de comprimento de fibras (μm), conforme COPANT 30: 1-019	152

64	Amplitudes de comprimento das células iniciais fusiformes do câmbio (μm), das espécies em estudo	159
65	Correlação entre as amplitudes de comprimento dos elementos vasculares e células iniciais fusiformes (μm)	165
66	Correlação entre as amplitudes de comprimento das séries de células de parênquima axial e células iniciais fusiformes (μm)	169
67	Relação entre a altura e largura média dos raios multisseriados em células, das 10 espécies estudadas	173
68	Cartão perfurado com as principais características do xilema de <i>Annona cacans</i> var. <i>glabriuscula</i>	241
69	Cartão perfurado com as principais características do xilema de <i>Annona glabra</i>	242
70	Cartão perfurado com as principais características do xilema de <i>Duguetia lanceolata</i>	243
71	Cartão perfurado com as principais características do xilema de <i>Guatteria australis</i>	244
72	Cartão perfurado com as principais características do xilema de <i>Porcelia macrocarpa</i>	245
73	Cartão perfurado com as principais características do xilema de <i>Rollinia emarginata</i>	246
74	Cartão perfurado com as principais características do xilema de <i>Rollinia exalbida</i>	247
75	Cartão perfurado com as principais características do xilema de <i>Rollinia sericea</i>	248

Figura		Página
76	Cartão perfurado com as principais caracterís- ticas do xilema de <i>Rollinia silvatica</i>	249
77	Cartão perfurado com as principais caracterís- ticas do xilema de <i>Xylopia brasiliensis</i>	250

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Resumo de algumas classificações infra-famí- liares de <i>Annonaceae</i>	29
2 Espécies de <i>Annonaceae</i> selecionadas para este estudo	34
3 Espécies estudadas onde vasos radiais e/ou cé- lulas perfuradas de raio foram observados	130
4 Principais aspectos anatômicos qualitativos e quantitativos observados nas madeiras estudadas	153
5 Comprimento das células iniciais fusiformes do câmbio das espécies em estudo (em μm)	158
6 Relação entre o comprimento médio das fibras (F), com o comprimento médio das iniciais fusi- formes (IF) e dos elementos vasculares (V) das espécies em estudo	162
7 Relação entre o comprimento dos elementos vas- culares e das células iniciais fusiformes (μm)	163
8 Relação entre as médias do comprimento e a lar- gura das células de parênquima axial para cada espécie estudada	167
9 Relação entre o comprimento das séries de célu- las de parênquima axial e iniciais fusiformes (μm)	168

Quadro	Página
10. Relação entre o comprimento médio das séries de células de parênquima axial e dos elementos vasculares (P/V), das espécies em estudo	170
11. Dados quantitativos dos raios multisseriados das espécies em estudo	172
12. Influência do fator ecológico, precipitação média anual, sobre o comprimento dos elementos vasculares das espécies em estudo	174
13. Índices de vulnerabilidade e mesomorfia obtidos para as 10 espécies estudadas	176
14. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de <i>Annona cacans</i> var. <i>glabriuscula</i>	228
15. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de <i>Annona glabra</i>	229
16. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de <i>Duguetia lanceolata</i>	230
17. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de <i>Guatteria australis</i>	231
18. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de <i>Porcelia macrocarpa</i>	232
19. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de <i>Rollinia emarginata</i>	233
20. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de <i>Rollinia exalbida</i>	234
21. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de <i>Rollinia sericea</i>	235
22. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de <i>Rollinia silvatica</i>	236

23	Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de <i>Xilopia brasiliensis</i>	237
24	Dados quantitativos do comprimento das células iniciais fusiformes do câmbio das espécies estudadas	239
25	Características quantitativas levantadas para <i>Annona cacans</i> , mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da COPANT.....	252
26	Características quantitativas levantadas para <i>Annona glabra</i> , mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da COPANT	252
27	Características quantitativas levantadas para <i>Duguetia lanceolata</i> , mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da COPANT	253
28	Características quantitativas levantadas para <i>Guatteria australis</i> , mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da COPANT	253
29	Características quantitativas levantadas para <i>Porcelia macrocarpa</i> , mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições neces	

	sárias para uma precisão de 90%, conforme de terminação da COPANT	254
30	Características quantitativas levantadas para <i>Rollinia emarginata</i> , mostrando o número de me dições efetuadas e o número de medições neces sárias para uma precisão de 90%, conforme de terminação da COPANT	254
31	Características quantitativas levantadas para <i>Rollinia exalbida</i> , mostrando o número de medi ções efetuadas e o número de medições necessá rias para uma precisão de 90%, conforme deter minação da COPANT	255
32	Características quantitativas levantadas para <i>Rollinia sericea</i> , mostrando o número de medi ções efetuadas e o número de medições necessá rias para uma precisão de 90%, conforme deter minação da COPANT	255
33	Características quantitativas levantadas para <i>Rollinia silvatica</i> , mostrando o número de medi ções efetuadas e o número de medições necessá rias para uma precisão de 90%, conforme deter minação da COPANT	256
34	Características quantitativas levantadas para <i>Xylopia brasiliensis</i> , mostrando o número de me dições efetuadas e o número de medições neces sárias para uma precisão de 90%, conforme de terminação da COPANT	256

35	Dados relativos ao comprimento das células iniciais fusiformes (μm) das espécies em estudo	258
36	Análise de variância dos comprimentos totais das células iniciais fusiformes das espécies..	258
37	Dados de diâmetro tangencial médio dos poros (μm) das espécies em estudo	259
38	Análise de variância dos diâmetros tangenciais totais dos poros das espécies	259
39	Dados de comprimento dos elementos vasculares (μm) das espécies em estudo	260
40	Análise de variância dos comprimentos totais dos elementos vasculares das espécies	260
41	Dados de comprimento das séries de parênquima axial (μm) das espécies em estudo	261
42	Análise de variância dos comprimentos totais das séries de células de parênquima axial das espécies	261
43	Dados de comprimento das fibras (μm) das espécies em estudo	262
44	Análise de variância dos comprimentos totais das fibras das espécies	262
45	Dados de altura dos raios multisseriados (μm) das espécies em estudo	263
46	Análise de variância das alturas totais dos raios multisseriados das espécies	263

1. INTRODUÇÃO

O estudo anatômico da madeira, além de ser com provadamente necessário no que se refere ao possível interse tecnológico de uma espécie florestal, pode fornecer informações básicas que predizem, de acordo com as característiticas anatômicas do lenho, suas utilizações adequadas. Como ciência botânica, a Anatomia da Madeira possibilita em certos casos o reconhecimento e identificação de espécies, auxilia na classificação sistemática das plantas, mostra evidências e inter-relações de grupos maiores e desempenha um importante papel em estudos filogenéticos, contribuindo para o arranjo natural das famílias botânicas.

Os anatomistas de madeira, após muitos anos de intensivas pesquisas, estabeleceram inúmeras linhas de especialização filogenética dos elementos estruturais tanto do câmbio como do xilema secundário, as quais podem ser utilizadas como auxílio no esclarecimento de problemas existentes na classificação de determinados grupos botânicos. Este aspecto tem despertado também o interesse de taxonomistas como uma ajuda na elaboração de seus sistemas filogenéticos, além das informações adquiridas de outros ramos da Botânica, tais como: Morfologia floral, Citologia, Morfologia do pólen, etc...

No entanto, são poucos os trabalhos desenvolvidos com base na Anatomia da Madeira que forneçam subsídios para o enen

tendimento da posição natural de certos grupos taxonômicos, relacionando as características anatômicas das madeiras com os sistemas de classificação, dentro de uma provável sequência evolutiva. A maioria dos estudos nesta área limita-se ao reconhecimento das estruturas anatômicas visando a identificação da madeira.

Da mesma forma, existe um número reduzido de pesquisas nas quais estas linhas de especialização evolutiva, refletidas nos caracteres estruturais do lenho, tenham sido empregadas dentro de uma determinada família. Igualmente, não se conhece nenhum estudo dentro da família *Annonaceae* que proporcione condições para o estabelecimento de uma provável série evolutiva baseada nas características anatômicas do lenho.

Muitas destas características anatômicas demonstram aspectos importantes sob o ponto de vista filogenético, tornando-se necessário o estudo de espécies não só de *Annonaceae* como também de outras famílias, procurando colaborar, juntamente com informações obtidas de outros ramos da Botânica, para futuras pesquisas mais amplas sobre sua presumível filogenia.

Neste sentido, o assunto para esta dissertação foi escolhido visando o estudo anatômico e os aspectos filogenéticos de 10 espécies da família *Annonaceae*, com ocorrência natural no Estado de Santa Catarina. Entretanto, a constatação de estruturas especiais na madeira desta família durante o desenvolvimento desta pesquisa (BOTOSSO & GOMES¹²), tornou maior o interesse acerca do conhecimento taxonômico, bem como dos aspectos filogenéticos do xilema secundário destas espécies.

Deve-se ressaltar que, devido ao fato deste trabalho se restringir a uma área onde a representatividade de espécies em certos gêneros é bastante limitada, os aspectos taxonômicos e filogenéticos das estruturas anatômicas foram considerados como dados preliminares que necessitam de maiores estudos, abrangendo um número suficientemente grande de espécies em cada gênero, para tal finalidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A Anatomia da Madeira como ciência botânica tem despertado o interesse não só dos anatomistas como de taxonomistas, no intento de empregá-la como um auxílio à classificação natural das Angiospermas.

Vários estudos têm demonstrado que a Anatomia da Madeira está intimamente relacionada com outros ramos da Botânica no estudo da evolução e Filogenia das plantas.

2.1. RELAÇÃO ENTRE A ANATOMIA DA MADEIRA E TAXONOMIA

A Anatomia da Madeira como ciência tem-se desenvolvido e afirmado nos últimos anos como resultado de pesquisas intensivas. Atualmente ocupa uma posição onde praticamente toda espécie lenhosa de qualquer importância é investigada e pode ser identificada somente com base na estrutura anatômica do lenho. Como um resultado destes trabalhos efetuados, os anatomistas de madeira já podem oferecer assistência definitiva, na classificação de certos gêneros de posição taxonômica incerta; no estudo do arranjo interno das famílias, e na determinação das prováveis afinidades entre famílias (DADSWELL³²).

Embora KRIBS⁵⁷ salientasse que os botânicos sistematas tem desprezado quase que inteiramente os caracteres anatômicos nos seus atuais esquemas de classificação, os estu

dos correlacionando caracteres morfológicos externos e anatômicos de certas famílias têm recebido pouca consideração. No entanto, para RECORD⁷⁸ a idéia de se empregar a estrutura interna das plantas como um auxílio para a sua classificação sistemática manifestou-se há muito tempo e tem sido freqüentemente utilizada. CHALK²¹, por sua vez, reconheceu existir uma íntima ligação entre a anatomia da madeira e o desenvolvimento floral, e que os anatomistas de madeira são freqüentemente consultados por taxonomistas a respeito de prováveis afinidades de gêneros ou famílias de posição taxonômica duvidosa. Contudo, existem algumas discrepâncias entre as classificações taxonômicas atuais e a anatomia da madeira. Neste sentido, é importante determinar onde e porque a Anatomia da Madeira e a Taxonomia divergem.

Uma verdadeira classificação natural das Dicotiledôneas somente pôde ser obtida, correlacionando e harmonizando evidências de todos os órgãos e partes das plantas, fornecidas pelas várias áreas de estudo. Assim, é nesta tarefa que a Anatomia da Madeira tem um significativo papel na Taxonomia (BAILEY^{7,9}).

A anatomia da madeira, para ser efetivamente utilizada como uma ajuda na classificação e identificação das Angiospermas, não deve ter suas informações somente codificadas, mas também analisadas e interpretadas em termos de diagnóstico seguro e de significância taxonômica (BAILEY⁷).

Nenhuma importante consideração pode existir sobre uma classificação natural baseada somente na anatomia vascular. Em última análise, o principal valor em utilizar a anatomia da madeira na classificação, consiste em fornecer

uma nova série de caracteres, os quais, combinados com outros conhecidos, podem contribuir no arranjo natural das Angiospermas (VESTAL⁸⁷).

Os anatomistas de madeira têm observado que determina das plantas agrupadas pelos taxonomistas algumas vezes mostram estrutura anatômica similar e outras vezes não. Muitas ordens e famílias exibem constantes similaridades anatômicas. A nível de gênero, o xilema secundário normalmente demonstra estrutura anatômica homogênea. Todavia, a nível de espécie, o xilema é útil somente em certas ocasiões no reconhecimento de uma espécie. A Anatomia da Madeira tem mostrado pouca utilidade para a classificação e identificação de categorias taxonômicas infra-específicas. As características anatômicas usadas para separar diferentes ordens, famílias e gêneros não são as mesmas. Certas características ou combinações de características podem ser úteis para posicionar um gênero em uma família, mas nem sempre servem ao mesmo propósito numa outra família (CHOWDHURY²⁸).

A Anatomia de Madeira é de valor restrito para distinguir espécies ou grupos de classes taxonômicas específicas, porque as diferenças entre elas são normalmente mais quantitativas do que qualitativas (METCALFE & CHALK⁷⁰). Para RENDLE⁸¹, as pequenas diferenças morfológicas que freqüentemente distinguem espécies muito próximas nem sempre se refletem na estrutura de suas madeiras.

Segundo METCALFE & CHALK⁷⁰, a anatomia algumas vezes fornece muita ajuda para uma identificação individual. Utilizando-se métodos microscópicos, pode-se estabelecer a identidade de exsicatas de herbário que não estão acompanhadas de

flores ou frutos. Desta forma, é possível colocar espécimes estéreis em uma determinada família ou gênero, simplificando grandemente a tarefa de identificação.

Em identificação de madeiras é essencial discriminar, entre os caracteres anatômicos, aqueles que são relativamente constantes e os que são passíveis de variar sob diferentes condições de crescimento. É necessário uma considerável experiência para reconhecer os caracteres de valor diagnóstico da madeira, e estimar seu valor como típico da família, gênero ou espécie (RENDLE⁸¹).

2.2. O PAPEL DA ANATOMIA DA MADEIRA EM ESTUDOS FILOGENÉTICOS

A difícil questão de filogenia das Angiospermas tem sido considerada por inúmeros anatomistas, os quais pesquisam ao longo de algumas linhas filogenéticas distintas. As primeiras investigações foram feitas com relação à estrutura estelar, seguidas por um período dedicado aos estudos das relações entre os hábitos arbóreos e herbáceos. Entretanto, os mais recentes trabalhos filogenéticos têm se orientado na anatomia nodal e na estrutura da madeira (METCALFE & CHALK⁷⁰).

Os resultados obtidos de estudos anatômicos conduzidos sob o ponto de vista filogenético têm fornecido notáveis resultados (VESTAL⁸⁷). Para McLEAN & IVIMEY-COOK⁶⁸, a Anatomia e Morfologia estão intimamente relacionadas entre si no estudo da evolução das plantas ou Filogenia.

As linhas de especialização observadas pelos anatomistas de madeira não foram baseadas em quaisquer dos atuais

sistemas de classificação das Angiospermas, mas sim sobre a filogenia de tecidos e elementos específicos das plantas quando observados em seu desenvolvimento à partir do câmbio. Então, qualquer sugestão que o anatomista possa fazer será imparcial e apresentada sob um ponto de vista que deveria interessar aos taxonomistas (VESTAL⁸⁷).

O estudo anatômico, embora não decisivo, certamente demonstrará níveis de desenvolvimento que são muito importantes no arranjo de uma seqüência evolutiva natural. Definidas tendências anatômicas e, às vezes, caracteres específicos quando tomados dentro de um amplo contexto, podem auxiliar, manifestando uma direção para uma classificação mais ordenada das famílias (VESTAL⁸⁷).

Segundo CHOWDHURY²⁸, o estudo comparativo da estrutura anatômica e sua variação em diferentes níveis taxonômicos, tem apresentado alguns aspectos importantes. A proporção de evolução na morfologia dos órgãos reprodutivos tem sido geralmente mais rápida do que na anatomia do pecíolo, folhas e xilema secundário. Portanto, quando a morfologia dos órgãos reprodutivos não indica claramente afinidades entre diferentes gêneros e grupos taxonômicos, a anatomia do xilema secundário pode ser de considerável importância para demonstrar suas tendências evolutivas.

As linhas de especialização anatômica podem ser usadas em estudos filogenéticos nos seguintes termos: a anatomia de um determinado grupo é investigada, sendo dada especial atenção àqueles caracteres envolvidos nas seqüências filogenéticas, embora outras características possam demonstrar

também sua utilidade (TIPPO* citado por TIPPO⁸⁶). Depois, o próprio esquema filogenético dos botânicos sistematas, geralmente baseado em caracteres morfológicos, é examinado. Desta forma, são acumuladas informações de outros ramos da Botânica, tais como: paleobotânica, citologia, anatomia nodal, morfologia do pólen, embriologia, entre outros. As relações das classes taxonômicas em estudo são então interpretadas no esclarecimento das tendências de especificação estrutural, e tenta-se harmonizar as evidências derivadas das várias áreas de estudo. Em outras palavras, ao invés de basear as conclusões filogenéticas na estrutura de uma parte da planta ou órgão, são analisadas as evidências obtidas de todas as partes da planta (TIPPO⁸⁶).

Segundo CHEADLE & TUCKER²⁷, duas das maiores dificuldades em desenvolver sistemas filogenéticos consistem na necessidade de determinar: i) a direção na qual as mudanças em um dado caráter, uma estrutura anatômica por exemplo, ocorreram ou estão ocorrendo, e ii) se as mudanças são reversíveis.

As principais tendências evolutivas do câmbio e xilema das Dicotiledôneas estão agora seguramente estabelecidas. Certos princípios sobre a filogenia de elementos específicos da anatomia da madeira foram estabelecidos por BAILEY^{5,6,7,9}, o qual traçou a provável evolução dos elementos traqueais de plantas primitivas à altamente evoluídas. Mas estas investigações, ao mesmo tempo, mostraram que a evolução não ocorre rigorosamente sincronizada em diferentes órgãos de uma plan

* TIPPO, O. A list of diagnostic characteristics for descriptions of Dicotyledonous woods. III. Acad. Sci. Trans., 34(2): 105-106, 1941.

ta, nem em diferentes elementos de um mesmo tecido. Em vista destes fatos, CHOWDHURY²⁸ salienta que é difícil determinar as tendências filogenéticas no xilema secundário como um todo. Para HUTCHINSON⁵³, a evolução não envolve necessariamente todos os órgãos da planta ao mesmo tempo; e um órgão ou conjunto de órgãos podem estar evoluindo, enquanto um outro está estacionário ou regredindo. CRONQUIST³¹ por sua vez, sugere que conceitos de estrutura de xilema primitivo ou evoluído são baseados no xilema propriamente dito, e não dependem de noções preconcebidas do relacionamento entre as famílias das Angiospermas. Assim como na evolução floral parece haver somente uma direção que procura organizar um arranjo evolutivo lógico, assegurando encontrar uma correlação comum, ainda que vaga, entre xilema primitivo e estrutura floral primitiva. Alguns avanços evolutivos na estrutura do xilema tendem a seguir mais ou menos em harmonia, mas isto é somente uma tendência e não uma regra definida.

Segundo BAILEY & HOWARD* citados por TIPPO⁸⁶, as taxas de mudanças filogenéticas diferem nas várias partes e órgãos das plantas. O desenvolvimento de uma estrutura pode ser acelerado ou retardado em comparação com a evolução de outras regiões na mesma planta ou grupo de plantas. Além do mais, não existe nenhuma relação constante entre estas taxas. Em alguns grupos de plantas a flor evolui, enquanto o xilema secundário não, ao passo que em outros grupos as características anatômicas podem desenvolver-se mais rapidamente.

* BAILEY, I.W. & HOWARD, R.A. The comparative morphology of the Icacinaceae. I. Anatomy of the node and internode. J. Arn. Arb., 22:556-568, 1941.

Algumas investigações realizadas, envolvendo o agrupamento taxonômico das famílias, com o objetivo de correlacionar as estruturas anatômicas do xilema com os sistemas de classificação existentes, parece indicar um alto grau de correlação entre ambos (HEIMSCH & WETMORE⁴⁹).

Com respeito à anatomia da madeira de *Annonaceae*, WYK & CANRIGHT⁹³ mostraram que forte afinidade é verificada com o "triunvirato magnoliáceo" (*Degeneriaceae*, *Magnoliaceae* e *Himantandraceae*), existindo porém uma maior relação com *Himantandraceae*. No entanto, os mesmos autores salientam que as posições naturais das famílias incluídas na Ordem Magnoliales, não podem ser seguramente estabelecidas apenas com base nas evidências da anatomia do lenho.

Pode-se com proveito retornar à consideração de casos específicos, onde a utilidade destas linhas anatômicas tem sido demonstrada em estudos filogenéticos, auxiliando no posicionamento de certos grupos taxonômicos.

Como exemplo disto, a família *Eucommiaceae* tem sido colocada tradicionalmente nas Hamamelidales, embora alguns sistematas tenham sugerido que a família deveria ser classificada como Urticales. A anatomia destes grupos foi investigada por TIPPO⁸⁵, o qual concluiu que a família *Eucommiaceae* pertence às Urticales, próxima à família *Ulmaceae*. Muitas características da estrutura da flor, como as características externas, sustentam esta opinião.

Existem poucos estudos nos quais as linhas de especialização anatômica tenham sido utilizadas dentro de uma específica família com resultados promissores, apresentando estas famílias uma significativa variação estrutural (TIPPO⁸⁶).

HEIMSCH & WETMORE⁴⁹, investigando a família *Junglandaceae*, demonstraram que, embora algumas características anatômicas sejam mais ou menos constantes em toda a família, diferenças significativas existem entre gêneros. De fato, as informações anatômicas a respeito da especialização filogenética do xilema secundário concordaram surpreendentemente com as conclusões de MANNING⁶⁶, baseadas na organização das inflorescências desta família dentro de uma série evolutiva. Por outro lado, recentemente WELLE & RODDEN⁹² estudando 3 gêneros de *Annonaceae* (*Desmopsis*, *Sapranthus* e *Stenanona*), mostraram também que as evidências da anatomia de suas madeiras são comparáveis, e confirmam os resultados baseados na morfologia externa e de pólen, sugeridos por WALKER⁹⁰ para a família *Annonaceae*.

Embora os estudos da especialização filogenética nas estruturas anatômicas da madeira possam auxiliar no arranjo natural das famílias botânicas, alguns trabalhos realizados salientam que devem ser considerados os efeitos que podem exercer as condições ambientais sobre estas linhas de especialização.

Segundo BAAS² os fatores ambientais, especialmente os climáticos, tem uma grande influência sobre as características anatômicas das madeiras. Isto indica que os mesmos fatores podem desempenhar um importante papel na direção da especialização filogenética do xilema secundário, possibilitando inversões nestas tendências. Por este motivo, GRAAFF & BAAS⁴⁸ salientam a importância das considerações ecológicas na avaliação dos caracteres anatômicos da madeira em estudos taxonômicos e filogenéticos.

2.3. ESPECIALIZAÇÃO FILOGENÉTICA NA ESTRUTURA DO LENHO

As tendências de especialização das células e tecidos das plantas, segundo ESAU³⁷, são melhor compreendidas no xilema do que em qualquer outro tecido das plantas vasculares. ESAU³⁸ acrescenta que as linhas evolutivas do xilema foram reconstruídas através do estudo comparado das plantas exis-
tentes. As plantas vasculares contemporâneas mostram alto grau de especialização de suas células, tecidos e órgãos.

A especialização dos elementos traqueais foi concomi-
tante com a separação das funções de condução e fortalecimen-
to das plantas vasculares, que ocorreu durante a evolução das plantas terrestres (BAILEY⁸).

Num estágio menos especializado, a sustentação e a condução estão combinadas nos traqueóides. Através da cre-
cente especialização, o lenho evoluiu com elementos de condu-
ção - os elementos de vaso - mais eficientes para o transpor-
te do que para a sustentação. Por outro lado, as fibras evoluí-
ram como os elementos principais de sustentação. Assim, dos primitivos traqueóides, duas linhas de especialização diver-
giram, uma em direção aos elementos de vaso, outra em dire-
ção às fibras (ESAU³⁸).

Nas Dicotiledôneas, a especialização dos traqueídeos em elementos de vaso ocorre primeiro no xilema secundário, depois gradualmente continua no xilema primário (BAILEY⁷).

A maioria dos elementos de vasos altamente especiali-
zados, em contraste com aqueles mais primitivos, são curtos, comparativamente com maior diâmetro em relação ao seu compri-
mento e tendem a serem ovais ou circulares quando vistos em

secção transversal. Eles apresentam as paredes das extremidades menos inclinadas (não apresentando apêndices), não obstante as variações em diâmetro. As placas de perfuração dos elementos de vaso no estágio mais primitivo são escalariformes com numerosas barras. Com o aumento da especialização, resulta um decréscimo do número de barras e, finalmente, em sua total eliminação e o aparecimento de uma placa de perfuração simples. Os vasos comumente são agregados no xilema secundário, e as pontuações intervasculares dispostas alternadamente (BAILEY & TUPPER⁴; FROST^{42,43}; BAILEY⁷; EAMES³⁴). Em vistas de tais diferenças BAILEY⁹ salientou que é possível arranjar os vasos tanto de Dicotiledôneas como de Monocotiledôneas, em tendências evolutivas de crescente especialização. CHEADLE^{23,24,25} por sua vez, demonstrou tendências similares no desenvolvimento e especialização dos elementos de vaso no xilema primário das Monocotiledôneas.

BAILEY^{4,5} tem chamado a atenção para o fato que nas Dicotiledôneas existe uma progressiva redução no comprimento das células iniciais fusiformes do câmbio e das células delas derivadas. Tal encurtamento das células está intimamente relacionado com os sucessivos estágios na diferenciação dos tipos altamente especializados de tecidos vasculares. BAILEY⁹ acrescenta que o comprimento médio dos elementos de vaso tanto primitivos como altamente evoluídos, aproxima-se rigorosamente do comprimento das células iniciais fusiformes. ESAU³⁷ por sua vez, afirma que o encurtamento dos elementos de vaso está correlacionado com o encurtamento das iniciais fusiformes. Por outro lado, PANSIN & ZEEUW⁷⁴ enfatizam que os elementos vasculares se formam sem alongamento ou com crescimen

to muito pequeno a partir das iniciais que os originaram. Entretanto, ressaltam que os elementos vasculares do lenho inicial podem ser inclusive menores do que as iniciais fusiformes do câmbio.

Para METCALFE & CHALK⁷⁰, o tipo de placa de perfuração é um índice mais conveniente da especialização do que o comprimento dos elementos de vaso.

As pontuações nas paredes longitudinais dos elementos de vasos das Dicotiledôneas também sofrem mudanças evolutivas. Nas pontuações intervasculares, os pares de pontuações areoladas em disposição escalariforme são substituídos por outros menores. Primeiro em disposição oposta, e mais tarde em arranjo alterno, que é altamente especializado. As pontuações parênquimo-vasculares mudam de totalmente areoladas, para semi-areoladas e, finalmente, para simples (FROST^{42,44}).

A porosidade em anel, para EAMES³⁴, é um carácter evoluído. Por outro lado, GILBERT⁴⁶ acrescentou que, embora a porosidade em anel represente um elevado grau de especialização, existem divergências à respeito se tal modificação estrutural tem qualquer significância evolutiva ou representa simplesmente uma adaptação ecológica. Assim, o mesmo autor constatou, através de estudos, que existe alto grau de correlação entre porosidade em anel e a presença de características estruturais cuja natureza evoluída tem sido geralmente aceita; estas são placas de perfuração simples, distribuição paratraqueal do parênquima axial e a presença exclusiva de pontuações simples nas paredes das fibras. O tipo de raio não mostra correlação.

Para CHEADLE²⁶, se é aceito que a especialização em

vasos é uma seqüência evolutiva uni-dirêcional, esta seqüência é de grande valor como um meio de determinar a posição filogenética das plantas em esquemas de classificação natural. Posteriormente CHEADLE & TUCKER²⁷ concluíram que os vasos são mais úteis em negar certas sugestões de relações filogenéticas. As evidências da especialização dos vasos, sob um ponto de vista positivo, podem sugerir possíveis relações, mas o estabelecimento destas deve depender das evidências de todas as partes da planta.

Muitas evidências demonstram que tendências similares de especialização dos vasos ocorrem independentemente em muitas famílias das Dicotiledôneas. Em outras palavras, similaridades devido à evolução paralela são surpreendentemente comuns no xilema das Dicotiledôneas (BAILEY⁹). Para TIPPO⁸⁵, devido à evolução paralela e convergente, a presença de placas de perfuração simples nos vasos de 2 grupos taxonômicos não implica necessariamente em afinidades genéticas.

BAILEY⁹ tem advertido contra o uso do comprimento do elemento de vaso como um rigoroso indicador da especialização filogenética de uma espécie. Compreendeu que variações não relacionadas à especialização filogenética ocorrem, embora ele não tenha investigado suas causas. GRAAFF & BAAS⁴⁸, também salientam que devemos ser mais prudentes quanto ao uso do comprimento do elemento de vaso como um indicador de especialização filogenética.

CARLQUIST¹⁷ em alguns trabalhos tem, de fato, afirmado que dentro de um gênero, uma espécie com elementos de vaso mais curtos era mais especializada do que uma com elementos de vaso mais longos. Contudo, afirma que devem ser exami

nadas as influências dos fatores ecológicos e fisiológicos nas variações do comprimento de elementos de vasos dentro de um gênero, assim como também dentro de uma espécie ou dentro de uma planta individual.

Numerosos exemplos de trabalhos têm sugerido maior influência do meio ambiente. Outros, porém, não indicam qualquer correlação entre o meio ambiente e a estrutura da madeira. Segundo SASTRAPRADJA & LAMOUREUX⁸², as espécies havaianas de *Metrosideros* [Myrtaceae] não mostraram qualquer relação apreciável da estrutura da madeira com a altitude ou pluviosidade. Para BAAS², a extensão das variações resultantes das condições do meio ambiente também dependem do grupo de plantas.

NOVRUZOVA* citado por BAAS², indicou isto, concluindo que diferentes gêneros exibem diferentes graus de variabilidade nos sistemas de condução de água.

Num estudo sobre a variação das características anatómicas em relação a latitude e altitude, GRAAFF & BAAS⁴⁸ observaram que com o aumento da latitude ocorre uma miniaturização das estruturas do xilema secundário (os elementos de vaso mais curtos, vasos mais estreitos, fibras curtas e algumas vezes mais estreitas e raios mais baixos) junto, com um aumento na frequência de vasos e expressivos espessamentos espiralados em suas paredes. Com relação ao aumento de altitude ocorrem efeitos similares porém menos evidentes. Nenhum efeito foi observado, sobre o agrupamento dos vasos ou nos espessamentos espiralados das paredes celulares.

* NOVRUZOVA, Z.A. The water - conducting system of trees and shrubs in relation to ecology. Izd. An. Azerb. SSR, Baku, 1968. 230 p.

Alguns trabalhos referem-se principalmente à influência do fornecimento de água na estrutura da madeira. WEBBER* citado por CARLQUIST¹⁷ numa pesquisa realizada com arbustos de regiões de deserto e chaparral, observou que os elementos de vaso são muito mais curtos e estreitos do que nas demais Dicotiledôneas em geral. CARLQUIST¹⁷ afirma, que a aparente importância dos elementos de vaso mais curtos é sua resistência estrutural a fortes pressões negativas nas colunas de água do xilema.

Para BAAS³ algumas das hipóteses de CARLQUIST¹⁷ explorando as correlações entre os fatores ecológicos e a anatomia da madeira, são ainda meramente especulativas. O mesmo autor acrescenta que CARLQUIST¹⁷ induz os anatomistas de madeira a pensarem que a diversidade estrutural existente no xilema das plantas é um resultado de mudanças evolutivas funcionalmente adaptativas, ocasionadas pela pressão seletiva à que as plantas são submetidas nos diferentes ecossistemas. Desta forma, BAAS³ em seu trabalho apresenta uma crítica a estas hipóteses, mostrando os aspectos funcionais e adaptativos da morfologia dos elementos de vaso em madeiras de Dicotiledôneas, considerados em diferentes níveis taxonômicos e para diferentes tipos de vegetação.

Estudando um grupo especializado constituído basicamente de Dicotiledôneas herbáceas, CARLQUIST¹⁶ observou que a maioria das espécies havaianas de *Euphorbia* que ocorrem em localidades com elevada precipitação média anual apresenta

* WEBBER, I.E. The woods of sclerophyllous and desert shrubs and plants of California. Amer. Jour. Bot., 23: 181-188, 1936.

ram, ao contrário, elementos de vaso longos. No caso destas espécies existe uma quase perfeita correlação entre o habitat e o comprimento dos elementos de vaso, sendo o mais importante fator ecológico a pluviosidade.

As condições ambientais em que a planta cresce, podem exercer inversões nas linhas de especialização anatômica. A questão segundo BAAS², é qual a significância destas correlações entre a estrutura da madeira e as condições do meio ambiente sobre as tendências gerais de especialização ou, inversamente, que parte da especialização filogenética da madeira entra em jogo nestas correlações.

No desenvolvimento filogenético das fibras, a espessura da parede aumenta com o correspondente decréscimo do diâmetro do lúmen. O comprimento da célula, especialmente das extremidades delgadas, na maioria dos tipos diminui e o número e tamanho das pontuações se reduzem. Extrema especialização resulta na formação de um tipo de fibra com paredes muito espessas e com pontuações essencialmente simples. Tais fibras são denominadas libríformes e ocorrem abundantemente em madeiras de Dicotiledôneas, principalmente nas famílias mais especializadas, como em *Leguminosae* (EAMES & McDANIELS³⁵). Entretanto, segundo estes autores, uma linha de especialização entre traqueóides e fibro-traqueóides e entre fibro-traqueóides e fibras não pode, naturalmente, ser delineada. Assim, a seqüência evolutiva começa com traqueóides, para fibro-traqueóides, até às fibras libríformes (ESAU³⁸).

O comprimento das fibras pode muitas vezes não demonstrar aspectos significativos do ponto de vista filogenético. Para BAILEY & TUPPER⁴, o comprimento dos elementos fibrosos

é dependente do: i) comprimento das células iniciais cambiais das quais elas são derivadas, e ii) da proporção de crescimento que elas sofrem a partir destas células iniciais. Com isto, além da possibilidade das várias condições internas influenciarem o comprimento destes elementos axiais, uma maior soma de variação deve ser esperada.

Segundo CHALK & CHATTAWAY²⁰, dois tipos principais de parênquima axial são distinguidos: paratraqueal e apotraqueal. O primeiro tipo é relativamente mais comum nas madeiras com fibras libriformes e estrutura estratificada; e o segundo em madeiras com fibrotraqueóides e placas de perfuração escalariforme. Para CHALK²¹, o parênquima axial paratraqueal apresenta-se como sendo característica de madeira especializada; parênquima apotraqueal, um tipo não especializado. A presença de ambos os tipos de parênquima axial na mesma madeira é comparativamente rara, e somente se torna comum nos grupos mais avançados. CARLQUIST* citado por CARLQUIST¹⁷, considera por sua vez, a ausência de parênquima axial como caráter primitivo.

O arranjo difuso das células do parênquima axial na madeira é mais primitivo do que os vários tipos agregados, tais como faixas apotraqueais e os vários tipos paratraqueais como vasicêntrico, aliforme e confluyente (KRIBS⁵⁹; TAKHTAJAN⁸⁴).

As formas de distribuição do parênquima axial apotraqueal em largas faixas e paratraqueal abundante ocorrem em

*CARLQUIST, S. A theory of paedomorphosis in dicotyledonous woods. Phytomorphology, 12:30-45, 1962.

madeiras cujos vasos tenham obtido níveis relativamente alto de especialização evolutiva. A mistura de vários padrões apotraqueais e paratraqueais é produzida em associação com formas transitórias e altamente especializadas de vasos (BAILEY⁹). Entretanto, KRIBS⁵⁹ salienta que, quando a madeira se torna mais especializada, as células do parênquima axial estabelecem um desenvolvimento análogo ao dos elementos de vaso, tornando-se mais curtas e com maior diâmetro.

Segundo METCALFE & CHALK⁷⁰, o número de células em uma única série de parênquima axial pode também ser usado como índice do nível de especialização. Células iniciais cambiais longas que originam séries com 8 ou mais células são características de madeiras não especializadas. Por outro lado, séries de 1 - 2 células e numerosas células de parênquima axial fusiforme são mais freqüentes em madeiras altamente especializadas.

As principais tendências de especialização estrutural do parênquima axial e dos raios são mais diversificadas e complexas. Considerando-se que o comprimento e diâmetro tangencial das células de parênquima axial, conforme BAILEY⁹ são amplamente determinados pelas iniciais fusiformes do câmbio, o seu tamanho e número de suas células constituintes de crescem concomitantemente com a redução no tamanho das iniciais do câmbio. Assim sendo, deveria ser observado que, particularmente no caso de tecido traqueal altamente especializado, as faixas de células do parênquima axial proporcionam um indício seguro com respeito as dimensões das células iniciais do câmbio. Porém MONEY et al.⁷² salientam que o comprimento e a forma do parênquima axial e das faixas são ampla

mente determinados pelas iniciais fusiformes do câmbio. No entanto, as mudanças filogenéticas no tipo de distribuição do parênquima axial podem ou não estar intimamente correlacionadas com as salientes tendências de especialização no câmbio e suas derivadas traqueais.

A estrutura dos raios considerada como não evoluída anatomicamente é do tipo heterogênea, ocorrendo em muitas das Angiospermas com madeira relativamente primitiva. Ela consiste de uma combinação de raios multisseriados, com dois tipos diferentes de células e com altas margens unisseriadas, e raios unisseriados, compostos de células eretas (METCALFE & CHALK⁷⁰; EAMES³⁴; ESAU³⁷).

Segundo KRIBS⁵⁸, existe uma forte correlação entre o tipo de vaso e o tipo de raio. A seqüência evolutiva é de raio heterogêneo Tipo I, o mais primitivo, para o transitório heterogêneo Tipo II e homogêneo Tipo I, e finalmente para o altamente especializado raio homogêneo Tipo II. Para este autor, a especialização dos raios é mais dependente do grau de heterogeneidade, do que do tamanho dos raios.

O raio agregado é uma estrutura altamente especializada que ocorre esporadicamente em todas as famílias das Dicotiledôneas (KRIBS⁵⁸; BARGHOORN¹¹).

A estrutura primitiva dos raios é alterada nas Dicotiledôneas por diferentes tendências filogenéticas de especialização. As tendências especialmente significantes são: (1) redução na largura e altura, e finalmente a eliminação dos raios multisseriados; (2) a eliminação dos raios unisseriados; (3) simultânea redução no tamanho dos raios multisseriados e alargamento dos raios unisseriados, originando pe

quenos raios multisseriados de tamanho relativamente uniforme e (4) transformação das células eretas a excessivamente procumbentes, resultando nos denominados raios de estrutura homogênea (BARGHOORN^{10,11}). Embora BAILEY⁹ acrescente que es tágios transitórios na obtenção do produto final de cada uma destas tendências de especialização dos raios possam ser or ganizadas em séries evolutivas, as diferentes tendências de especialização não podem ser combinadas em uma única série que seja precisamente paralela àquela da especialização evo lutiva dos vasos. Cada tendência de especialização, com exceção dos raios estratificados, pode ocorrer em diferentes ní veis de especialização dos vasos.

No cilindro central das raízes e caules, variações mais ou menos extensas ocorrem na estrutura do raio nos suces sivos estágios do crescimento secundário. Estas alterações ontogenéticas na estrutura dos raios podem representar ní veis diferentes de especialização filogenética (BARGHOORN¹¹). O mesmo autor através de um estudo dos sucessivos estágios na ontogenia do parênquima radial, observou que a especiali zação filogenética pode ser acelerada em diferentes partes do xilema secundário e em relação a outras estruturas do cor po secundário.

Existem dois tipos fundamentais de atividade cambial nas plantas vasculares: um é característico das Calamariales, Sphenophyllales, Lepidophytineae, Cycadofilices, Gymnospermae e de Dicotiledôneas menos diferenciadas estruturalmente; e o outro, de certas Dicotiledôneas altamente especializadas. No primeiro tipo, as células iniciais fusiformes não estão arran jadas em estratos. As divisões anticlinais são pseudo-trans

versais. No segundo tipo, no qual as células iniciais fusiformes são relativamente pequenas, com comprimento aproximadamente uniforme e mais ou menos simetricamente agrupadas paralelamente em séries horizontais, a divisão anticlinal é radio-longitudinal (BAILEY⁶). Para METCALFE & CHALK⁷⁰ e COZZO³⁰, as madeiras com células não estratificadas são mais primitivas do que aquelas com estrutura estratificada. EAMES & McDANIELS³⁵ salientam que este arranjo estratificado da madeira está correlacionado com células iniciais de curto comprimento e com a formação de vasos altamente especializados. CHALK & CHATTAWAY²⁰ por sua vez, afirmam que esta característica pode ser usada como uma indicação de um alto grau de especialização.

Comparações entre as médias do comprimento de fibras e comprimento dos elementos de vaso, mostram que as fibras adultas podem alcançar de 1,1 a 9,5 vezes o seu comprimento original, porém o maior crescimento somente ocorre onde as iniciais do câmbio são curtas. Isto, teoricamente, evidencia a relativa especialização na madeira (CHATTAWAY²²). Segundo MILLER⁷¹, o valor quanto mais próximo de 1 (um) revela madeira menos especializada. Isto indica que em espécies primitivas de um modo geral, existe pouco crescimento das derivadas do câmbio.

A determinação do comprimento médio de elementos celulares do câmbio dispostos verticalmente pode, segundo BAILEY⁵, ser obtida com considerável grau de exatidão, através de cortes na secção longitudinal tangencial, nos quais os elementos estão arranjados em fileiras radiais regulares.

O comprimento médio das células iniciais do câmbio varia um pouco em diferentes partes da planta adulta e em plan

tas crescendo sob diferentes condições ambientais. Contudo, as variações são desprezíveis em comparação com aquelas que ocorrem no câmbio primitivo de Dicotiledôneas e Ginospermas (BAILEY⁹).

No caso do xilema secundário de Dicotiledôneas, é possível, através de correlações estatísticas, mostrar que durante a evolução e especialização dos vasos ocorrem mudanças concomitantes nas iniciais fusiformes do câmbio e também nos elementos imperfurados do tipo de traqueóides, que tendem a assumir uma crescente forma de fibras libriformes. Além disso, essas correlações estatísticas permitem também obter-se significantes indícios a respeito das formas primitivas de parênquima axial e raios, e estudar diversas de suas principais tendências de especialização (BAILEY⁹).

2.4. FAMÍLIA ANNONACEAE

A família *Annonaceae* compreende um grupo moderadamente grande de espécies apresentando uma ampla distribuição por todo o mundo. Fitogeograficamente, a família é quase que inteiramente de distribuição tropical, com basicamente 3 centros de dispersão: América, África e Ásia. Taxonomicamente esta família é considerada bastante primitiva, especialmente com respeito a suas características morfológicas florais. Por outro lado, embora a morfologia floral demonstre aspectos julgados como primitivos, muitas das características anatômicas da madeira são em contraste mais evoluídas. Filogeneticamente, este grupo botânico foi há muito tempo reconhecido como de Angiospermas primitivas, apresentando estreit

ta relação com famílias tais como: *Magnoliaceae* e *Myristicaceae*. Desta forma, várias pesquisas sugerindo uma classificação infra-familiar para *Annonaceae* foram realizadas por taxonomistas, combinando resultados da morfologia floral, pólen e fitogeografia, numa tentativa para melhor compreender a filogenia da família.

2.4.1. DISTRIBUIÇÃO

DUNAL* reconheceu, pela primeira vez para a família *Annonaceae*, somente 9 gêneros e 103 espécies. Este número gradualmente aumentou para 45 gêneros e 400 espécies, de acordo com as estimativas de BENTHAM & HOOKER** (WYK & CANRIGHT⁹³).

Em 1923, HUTCHINSON⁵² listou 95 gêneros e 1150 espécies. Passados 30 anos, pelo menos 25 novos gêneros foram descritos e registrados no Index Kewensis.

Atualmente, ainda não há uma concordância quanto ao número exato de gêneros e espécies compreendidos pela família *Annonaceae*. Para TAKHATAJAN⁸⁴, a família *Annonaceae* contém 120 gêneros e 2100 espécies ocorrendo predominantemente nas regiões tropicais e, em menor escala, nas regiões sub-tropicais da Ásia, América e África, com o maior número de espécies no Velho Mundo. A maioria dos representantes é constituída por plantas lenhosas. Por outro lado, mais recen

*DUNAL, M.F. Monographie de la famille des Anonacées. Treuttel and Würtz. Paris, 1817.

**BENTHAM, G. & HOOKER, J.D. Genera Plantarum. v.1. L. Reeve and Co. London, 1862.

temente WALKER⁹⁰ salientou que a família contém cerca de 130 gêneros e 2300 espécies distribuídas em três grandes centros, entre os quais os gêneros são mais ou menos regularmente divididos: América, com cerca de 36 gêneros, África (incluindo Madagascar) com 40 gêneros, e Ásia com aproximadamente 50 gêneros. O único gênero que ocorre nos três centros é *Xylopia*, três ocorrem tanto na Ásia como na África (*Uvaria*, *Polyalthia* e *Artabotrys*), um é encontrado tanto na Ásia como na América (*Anaxagorea*), e um é tanto da África como da América (*Annona*).

A maioria das espécies de *Annonaceae* estão quase totalmente limitadas aos trópicos, onde crescem em baixas altitudes. Por exemplo, elas são mais freqüentes nas áreas de florestas úmidas na região ocidental da África, mas quase ausentes nas adjacências de regiões de savanas mais elevadas. No Brasil, sua ocorrência eleva-se provavelmente até 1300 metros de altitude. No Ceilão, elas não ocorrem em montanhas mais altas do que 2000 metros. Apenas um gênero (*Asimina*) estende-se além disto, desenvolvendo-se em zonas temperadas dos Estados Unidos até a região dos Grandes Lagos ao norte do país (HUTCHINSON⁵²).

Entre os gêneros mais vastos da família incluem-se: *Uvaria*, das regiões tropicais do Velho Mundo, 100 spp.; *Annona*, da América Tropical, 90 spp.; *Polyalthia*, paleotropical, predominantemente asiático, 70 spp.; *Xylopia*, pantropical, 60 spp.; *Oxymitra*, das regiões tropicais da Ásia, 50 spp.; *Artabotrys*, pantropical, 40 spp.; e *Guatteria*, do México até a América do Sul, 60 spp. (LAWRENCE⁶⁰).

Segundo HUTCHINSON⁵², existe um notável contraste no

hábito das espécies nos dois hemisférios. Nos trópicos do Velho Mundo elas são normalmente trepadeiras ou escandentes, e ocorrem em áreas de florestas densas; mas na América tropical elas são geralmente arbustivas ou arbóreas, e crescem em geral nos campos ou planícies.

2.4.2. TAXONOMIA

A família *Annonaceae* tem recebido, com o decorrer do tempo a atenção de vários botânicos sistematas, os quais têm proposto constantemente mudanças no sistema de classificação infra-familiar desta família. O quadro 1, mostra um resumo das classificações infra-familiares de *Annonaceae* propostas por PRANTL⁷⁷, HUTCHINSON⁵², FRIES⁴¹ e WALKER⁹⁰.

Em um dos primeiros trabalhos, procurando propor um sistema de classificação para a família, PRANTL⁷⁷ com base em aspectos da morfologia floral, reconheceu 8 tribos em *Annonaceae*. Posteriormente, HUTCHINSON⁵² salientou que nenhuma classificação até então havia resolvido satisfatoriamente a posição dos gêneros em tribos, e que alguns destes permaneciam ainda mal definidos. O mesmo autor admitiu que a família *Annonaceae* contém um determinado número de gêneros puramente artificiais, separados por caracteres muito tênues, e por isso teorias sobre sua provável filogenia e distribuição fitogeográfica deveriam ser deduzidas com considerável prudência. Reconheceu em *Annonaceae* 2 sub-famílias (*Annonoideae* e *Monodoroideae*).

FRIES⁴¹, em um estudo mais amplo, reconheceu em *Annonaceae* também 2 sub-famílias (*Annonoideae* e *Monodoroideae*).

QUADRO 1. Resumo de algumas classificações infra-familiares de *Annonaceae*.

(Segundo PRANTL⁷⁷, HUTCHINSON⁵², FRIES⁴¹, WALKER⁹⁰).

PRANTL		HUTCHINSON		FRIES	WALKER
Tribos	Miliuseae	Sub-fam. Annonoideae		Sub-fam. Annonoideae	Sub-fam. Malmea
	(Duguetia)		(Duguetia)	Tribo Uvarieae	Tribo Malmea
	Uvarieae (Guatteria)	Tribo Uvarieae	(Guatteria)	Grupo Uvaria	Tribo Uvaria (Duguetia)
	(Porcelia)		(Porcelia)	Grupo Duguetia (Duguetia)	Tribo Guatteria (Guatteria)
	Unoneae	Tribo Miliuseae		Grupo Asimina	
	Melodoreae	Tribo Unoneae		Grupo Hexalobus	Sub-fam. Fusaea (Xylopia)
	Mitrephoreae	Sub-tribo Xylopiniae		Grupo Guatteria (Guatteria)	
	(Xylopia)	Série 1. Hexapetalae (Xylopia)		Tribo Unoneae	Sub-fam. Annona
	Xylopieae (Annona)	Série 2. Tetrapetalae		Grupo Desmos	Tribo Hexalobus
	(Rollinia)	Série 3. Tripetalae		Grupo Polyalthia	Tribo Asimina
	Monodoreae	Sub-tribo Anonineae (Annona)		Grupo Unonopsis	(Annona)
	Eupomatieae	(Rollinia)		Grupo Xylopia (Xylopia)	Tribo Annona (Rollinia)
		Sub-fam. Monodoroideae		Grupo Artabotrys	Tribo Cymbopetalum (Porcelia)
				Grupo Orophea	
				Grupo Annona (Annona)	
				(Rollinia)	
				Grupo Trigynaea (Porcelia)	
				Grupo Monanthotaxis	
				Tribo Tetrameranthae	
				Sub-fam. Monodoroideae	

OBS.: Entre parênteses, os nomes dos gêneros de *Annonaceae* com pelo menos uma espécie incluída neste trabalho.

porém propõe 14 "Grupos", os quais são comparáveis às tribos. Por outro lado, WALKER⁹⁰, combinando resultados de investigações sobre a morfologia do pólen da família com as informações da morfologia floral e fitogeografia, sugere uma outra classificação infra-familiar para *Annonaceae*, para um melhor entendimento de sua filogenia interna. Segundo este autor, 3 sub-famílias e 7 tribos são reconhecidas em *Annonaceae*. A sub-família *Malmea* é constituída por 3 tribos (*Malmea*, *Uvaria*, *Guatteria*). Nenhuma tribo atualmente é reconhecida dentro da sub-família *Fusaea*. Na sub-família *Annona*, reconheceu o autor, 4 tribos (*Hexalobus*, *Asimina*, *Annona* e *Cymbopetalum*).

2.4.3. ANATOMIA DA MADEIRA

Um dos primeiros trabalhos sobre a anatomia do lenho de *Annonaceae*, realizado por SOLEREDER⁸³, salienta que as madeiras estudadas demonstram como característica típica a presença de finas faixas tangenciais de parênquima axial, as quais variam em espessura. Desde então, muitas pesquisas foram desenvolvidas com inúmeras espécies da *Annonaceae*, confirmando sempre as características anatômicas gerais das madeiras desta família.

RECORD & HESS⁷⁹ referem-se principalmente às características anatômicas macroscópicas de 21 gêneros de espécies americanas. HESS⁵¹, descrevendo posteriormente a anatomia destes 21 gêneros da América Tropical, declarou que as estruturas são tão homogêneas que se tornava impossível confeccionar uma chave de identificação que pudesse ser empregada. Por sua vez, METCALFE & CHALK⁷⁰ enfatizam que o aspecto da

madeira é muito uniforme e que, com exceção do gênero *Asimí*
na, os demais não são facilmente distinguíveis. Este aspecto
é confirmado por WYK & CANRIGHT⁹³, EAMES³⁴ e GARRATT⁴⁵.

INGLE & DADSWELL⁵⁴ estudando 12 gêneros de *Annonaceae*,
com ocorrência natural no sudoeste do Pacífico, afirmam que
a separação dos gêneros é muito difícil devido à homogeneida
de das estruturas. GOTTWALD⁴⁷, em um estudo para estabelecer
um esquema filogenético para a Ordem Magnoliales, estudou 40
gêneros de *Annonaceae*, concluindo também que a família forma
um grupo estrutural muito homogêneo, apesar do grande número
de gêneros e espécies. Entretanto, WELLE & ROODEN⁹² salien
tam que é possível separar os gêneros de *Annonaceae* [*Desmopsis*,
Sapranthus e *Stenanona*] selecionando-se caracteres anatômicos
da madeira.

Mais recentemente, analisando algumas espécies para o
presente trabalho BOTOSSO & GOMES¹² constatarem algumas es
truturas anatômicas especiais tais como: vasos radiais e cé
lulas perfuradas de raio. Até então, nenhuma informação so
bre a presença destas estruturas havia sido reportada na li
teratura para esta família. A primeira observação acerca da
ocorrência de vasos radiais foi realizada por VLIET^{88,89} em
Combretaceae. Entretanto, a presença de células perfuradas
de raios é observada em muitas espécies de diversas famílias
(CHALK & CHATTAWAY¹⁹; CARLQUIST¹⁵; McLEAN & RICHARDSON⁶⁹;
NAZMA & VIJENDRARAO⁷³).

Afora estes trabalhos sobre as características anatô
micas da família, muitos outros tem contribuído para o conhe
cimento destas madeiras no Brasil. LOUREIRO & SILVA⁶¹ e
LOUREIRO^{62,63,64} estudaram espécies de *Annonaceae* com ocor

rência natural na Amazônia e de importância econômica regional. Outros estudos realizados, por ARAUJO & MATTOS FILHO¹, PEREIRA & MAINIERI⁶⁵, HERINGER & PAULA⁵⁰, PAULA & HERINGER⁷⁵ e MAINIERI⁶⁵, descrevem as características anatômicas de algumas espécies de *Annonaceae* de ocorrência no Brasil.

WYK & CANRIGHT⁹³ examinaram cerca de 400 espécies de 61 gêneros de *Annonaceae* provenientes de diferentes regiões fitogeográficas do mundo. Constataram que as características anatômicas desta família, de importância filogenética, revelam uma notável constância, o que expressa a convicção de que este é um grupo natural bem definido. Contudo, existe um considerável grau de sobreposição a nível de gênero para a maioria dos aspectos anatômicos, o que os torna duvidosos no objetivo de compreender as relações intra-familiares de *Annonaceae*.

Baseado nestes estudos WYK & CANRIGHT⁹³ enfatizam que a madeira de *Annonaceae* não é tão primitiva como se pode julgar pela posição filogenética atribuída à família na maioria dos sistemas de classificação. Para METCALFE & CHALK⁷⁰ e WYK & CANRIGHT⁹³ a madeira de *Annonaceae* parece ter atingido um nível moderadamente alto de especialização.

Segundo EAMES³⁴ e GOTTWALD⁴⁷ as características anatômicas das madeiras de *Annonaceae* são mais evoluídas do que as de *Magnoliaceae*. Entretanto, GOTTWALD⁴⁷ acrescenta ainda que a evolução dentro da família é muito pequena em termos de variação das características anatômicas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido utilizando-se material do Estado de Santa Catarina, proveniente das localidades de Brusque, Tijucas, Canelinha e Florianópolis.

3.1. ESPÉCIES ESTUDADAS

Dentre as 15 espécies de *Annonaceae* com ocorrência natural no Estado de Santa Catarina, citadas por REITZ et al.⁸⁰, foram selecionadas 9 espécies para este estudo, conforme Quadro 2, escolhidas pela sua importância econômica, frequência e dispersão das árvores na região. Para fins de comparação, foi acrescentada *Rollinia emarginata* como a décima espécie analisada, pelo fato de ser de hábito e habitat totalmente diferente das outras selecionadas.

3.2. COLETA DE MATERIAL

O material foi obtido de indivíduos ocorrendo no seu habitat natural, de árvores adultas e típicas de cada espécie. Do material botânico dos indivíduos selecionados foram confeccionados exsicatas para a identificação das espécies.

As amostras de madeira foram tomadas de 3 árvores por

QUADRO 2. Espécies de Annonaceae selecionadas para este estudo.

ESPÉCIES	NOME VULGAR	HÁBITO	REGIAO FITOGEOGRÁFICA (segundo REITZ et al. ⁸⁰)
1. <i>Annona cacans</i> (Warm.) var. <i>glabriuscula</i> R.E.Fries	cortição	arbóreo	AT
2. <i>Annona glabra</i> L.	corticeira	arbóreo	R
3. <i>Duguetia lanceolata</i> St.Hil.	pindabuna	arbóreo	AT
4. <i>Guatteria australis</i> St.Hil.	cortiça	arbóreo	AT
5. <i>Porcelia macrocarpa</i> (Warm.) R.E.Fries	louro-branco	arbóreo	AT
6. <i>Rollinia emarginata</i> Schlecht.	araticum mirim	arbustivo	área de dunas*
7. <i>Rollinia exalbida</i> (Vell.) Mart.	cortiça	arbóreo	AT - 0
8. <i>Rollinia sericea</i> R.E. Fries	cortiça	arbóreo	AT
9. <i>Rollinia silvatica</i> R.E.Fries	cortiça	arbóreo	AT
10. <i>Xylopia brasiliensis</i> Spr.	pindaíba	arbóreo	AT

* Espécie citada por FRIES⁴⁰, com ocorrência no Estado de Santa Catarina.

Convenções: AT - Mata Pluvial da Encosta Atlântica

R - Zona da Restinga

Q - Mata Latifoliada da Bacia do Rio Uruguai

espécie, retirando-se discos ao nível do Diâmetro à Altura do Peito (DAP), conforme as recomendações da COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS, COPANT²⁹.

As exsicatas estudadas estão depositadas no Herbário Barbosa Rodrigues (HBR) em Itajaí, e no Herbário da Universidade Federal de Santa Catarina (FLOR) em Florianópolis, ambos no Estado de Santa Catarina. As amostras de madeira estão depositadas na coleção do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná (UFPr.), Curitiba, Estado do Paraná.

No Apêndice estão relacionados os dados relativos ao: habitat, hábito, procedência, coletores, identificadores e datas de coleta das espécies.

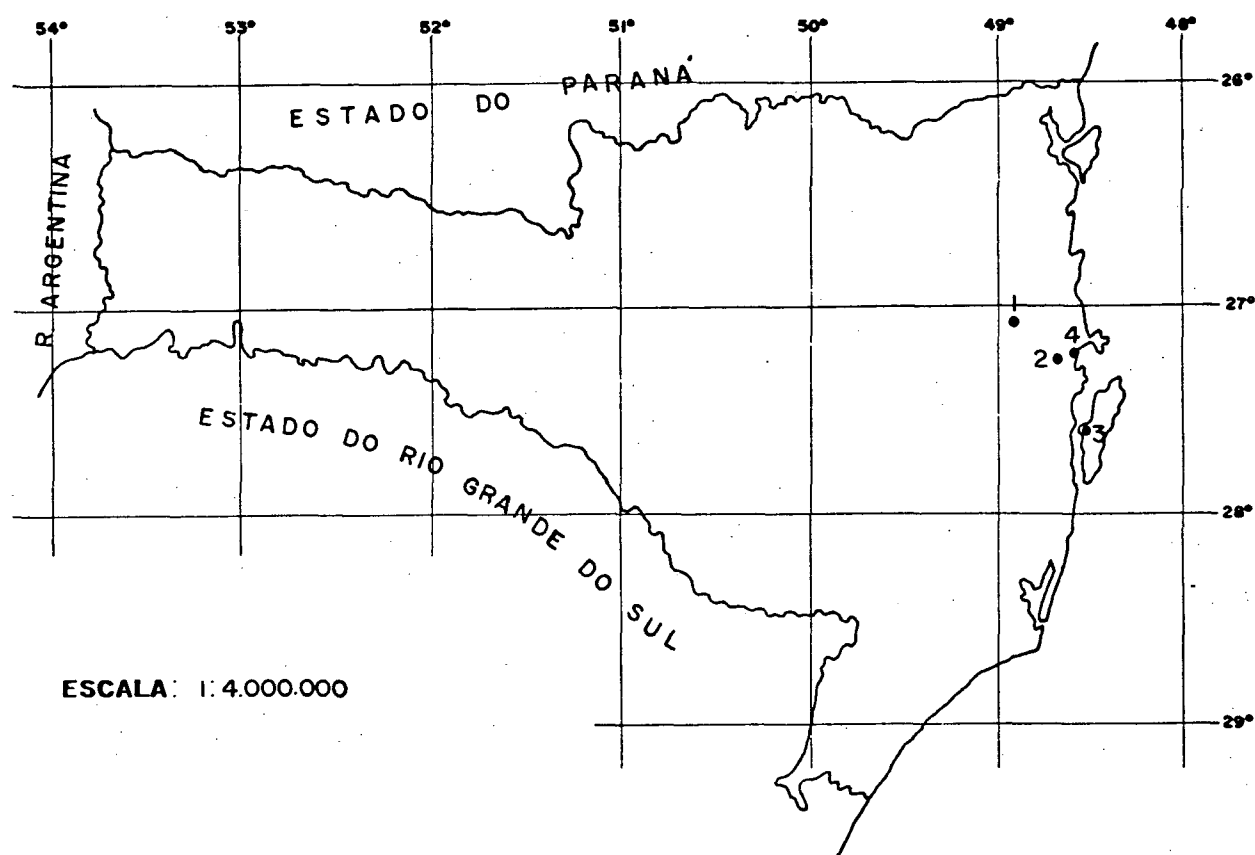
Os locais de coleta, com os dados de precipitação média anual e temperatura média anual estão assinalados na Figura 1, em mapa do Estado de Santa Catarina.

3.3. MICROTÉCNICA

As amostras de madeira coletadas foram reduzidas a blocos pequenos e estes colocados em solução fixadora de FAA (Formol, Ácido Acético-glacial e álcool etílico 70%, a proporção de 5:5:90 ml) (JOHANSEN⁵⁶).

As amostras de madeira destinadas à obtenção dos cortes histológicos do xilema, foram devidamente orientadas nos planos de corte em bloquinhos, os quais foram cozidos em água para amolecimento, normalmente por um período de 2 horas.

Os bloquinhos foram tomados preferencialmente próximos à periferia do xilema devido as características da madei



Localidades	Precipitação total anual média (mm)*	Temperatura média anual (°C) *
1. Brusque	1600 - 1700	17
2. Canelinha	1600 - 1700	20
3. Florianópolis	1300 - 1400	20
4. Tijucas	1600 - 1700	20

* EMPASC³⁶

Figura 1. Localização dos pontos de coleta do material no Estado de Santa Catarina.

ra serem mais estáveis nesta zona, sendo menor o risco de se trabalhar com lenho juvenil.

A preparação de lâminas com secções histológicas e do tecido macerado do xilema foi realizada segundo as recomendações da COPANT²⁹. As secções histológicas foram efetuadas em micrótomo de deslizamento, modelo Spencer AO nº 860, com espessuras variando de 18 a 24 micrômetros. Utilizou-se o método de tripla tinação, com vermelho de acridina, crisoidina e azul de Astra (DUJARDIN³³), o qual mostrou-se bastante favorável para estas madeiras, fornecendo uma boa distinção entre os diferentes elementos celulares do xilema. Posteriormente, as secções anatómicas foram desidratadas, por série alcoólica ascendente e finalmente levadas ao xilol. Montagem definitiva em resina sintética "Entellan".

A maceração dos recidos componentes da madeira foi obtida pelo método de Jeffrey (FREUND³⁹): solução aquosa de ácido nítrico e ácido crômico a 10%, na proporção de 1:1. Utilizou-se safranina como corante. O processo de desidratação do tecido macerado e o meio de montagem empregados foram os mesmos citados na preparação das lâminas com cortes histológicos.

3.4. PREPARAÇÃO DE LÂMINAS DA REGIÃO DE CÂMBIO

As recomendações da COPANT²⁹ não salientam a necessidade do estudo de cortes na faixa de câmbio para a descrição anatómica de madeiras. Contudo, neste trabalho foi necessário este procedimento, devido às análises para as considera-

ções filogenéticas decorrentes dos dados quantitativos, obtidos das medições do comprimento das células iniciais fusiformes do câmbio.

A maceração da área do câmbio é muito difícil devido à fragilidade das células deste tecido. Em razão disto, os bloquinhos de cada amostra foram devidamente orientados no plano longitudinal tangencial, e submetidos, após o cozimento, a uma inclusão em polietilenoglicol (PEG) (FREUND³⁹).

Foram obtidas secções em série da faixa cambial, com espessura de 18 µm, abrangendo as células do câmbio e das primeiras células imediatamente derivadas, a partir das iniciais, antes da diferenciação.

O número de lâminas confeccionadas foi variável dependendo da extensão da faixa cambial de cada espécie. A montagem permanente foi feita em resina sintética "Entellan".

3.5. MEDIÇÕES E DESCRIÇÕES ANATÔMICAS DOS ELEMENTOS CELULARES

As medições, descrições anatômicas macroscópicas, microscópicas e dos caracteres gerais das madeiras foram realizadas segundo recomendações da COPANT²⁹. No entanto, algumas alterações foram efetuadas ocasionalmente em certos critérios de avaliação adotados pela referida norma. Algumas destas foram introduzidas anteriormente por BURGER¹⁴ e MARCHIORI⁶⁷. As mudanças foram as seguintes:

1. Para todos os caracteres medidos ou determinados são fornecidos os valores de média, número total de medições,

valores máximo e mínimos, desvio padrão, variância e co
eficiente de variação.

2. Na contagem de poros/mm² considerou-se cada poro como uma unidade, e não as séries e aglomerados de poros. Pa
ra esta determinação foi utilizada ocular com retículo de 1 mm².
3. Mediu-se o diâmetro tangencial total dos poros, inclu
indo as paredes, e não apenas o diâmetro do lúmen dos mes
mos.
4. A largura de raios imersos em parênquima axial e nas fi
bras não foi medida separadamente.
5. Os valores de altura de raios e comprimento de fibras foram referidos em micrômetros ao invés de milímetros.

As descrições anatômicas macroscópicas foram feitas com o auxílio de lupa Bausch & Lomb, com 10 aumentos. Para as descrições microscópicas utilizou-se um microscópio binocular Carl Zeiss.

Os dados quantitativos, obtidos das medições e conta
gens realizadas, foram tomados por meio de microscópio bingo
cular Car Zeiss, mediante o uso de uma ocular micrométrica.

Nas normas oficiais não existe nenhuma recomendação à respeito da determinação do comprimento das células iniciais fusiformes do câmbio. Foram efetuadas 100 medições por amostra, totalizando 300 medições por espécie.

3.6. DETERMINAÇÃO QUANTITATIVA DO PERCENTUAL DE TECIDOS

A histometria do xilema não é atingida pelas atuais

normas oficiais estabelecidas pela COPANT²⁹. As informações sobre a proporção de cada tecido constituinte do xilema são importantes como um auxílio para a identificação e para tecnologia da madeira, especificamente para a produção de papel.

Para a obtenção dos dados concernentes ao percentual de cada tipo de elemento celular na madeira procedeu-se da seguinte maneira: utilizou-se um microscópio binocular Carl Zeiss com ocular de escala graduada, e com movimentos aleatórios do charriot em 100 posições diferentes sobre os cortes transversal e longitudinal tangencial registrou-se o tipo de célula que coincidia a cada movimento com o zero da escala graduada. Para as contagens foi utilizado o aparelho registrador marca Leucodiff 1050. Os valores obtidos, expressos em percentagem, foram representados em histogramas; podem ser de grande importância para diferenciar espécies dificilmente distinguíveis sem a análise quantitativa.

Os dados percentuais de parênquima, fibras, raios, vasos e raios unisseriados, foram determinados através de contagens realizadas nos cortes anatômicos no plano longitudinal tangencial. Para os percentuais de vasos solitários optou-se pelo plano transversal, devido à maior facilidade para as contagens.

3.7. PROCESSAMENTO DOS DADOS

Os dados quantitativos dos caracteres anatômicos obtidos das medições, foram processados no Computador HP 9830 do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

Foram determinados os valores médios, máximos e mínimos, desvio padrão, variância, erro padrão da média e o coeficiente de variação para cada característica estrutural. Os valores obtidos são apresentados no Apêndice 2, para cada espécie separadamente. Dos resultados de interesse para a separação e identificação das espécies foram confeccionados histogramas. Para os dados quantitativos obtidos das medições realizadas do comprimento das iniciais fusiformes do câmbio foram efetuadas as mesmas determinações. Os resultados são mostrados no Apêndice 3, para todas as espécies.

3.8. ANÁLISE DE ASPECTOS DE IMPORTÂNCIA FILOGENÉTICA

Os aspectos filogenéticos das estruturas anatómicas das espécies estudadas foram observados com base nas linhas de especialização estabelecidas pelos anatomistas de madeira.

Cada estrutura anatómica foi analisada separadamente sob o ponto de vista filogenético, considerando-se suas características dimensionais, de distribuição e arranjo, que fossem de significância filogenética.

As proporções entre valores médios de comprimento das fibras e elementos vasculares (F/V) e entre o comprimento das fibras e das células iniciais fusiformes (F/IF) desenvolvidas por CHATTAWAY²², foram determinadas para cada espécie separadamente. Para o cálculo da proporção entre o comprimento das séries de células de parênquima axial e elementos de vaso (P/V), seguiu-se o procedimento de WELLE & RODDEN⁹², para cada espécie. Na determinação da relação entre o comprimento e a largura média das células de parênquima axial foi

utilizado como base, o método empregado por KRIBS⁵⁹.

Foram determinados os índices de Vulnerabilidade e Mesomorfia, recentemente introduzidos por CARLQUIST¹⁸, para cada espécie. Estes índices foram calculados da seguinte maneira: para Vulnerabilidade - divide-se o diâmetro tangencial médio dos vasos pela frequência média dos poros; para Mesomorfia - multiplica-se o índice de vulnerabilidade obtido pelo comprimento médio dos elementos de vaso. Baixos valores obtidos de vulnerabilidade indicam a capacidade de uma espécie de resistir ao déficit hídrico, e altos valores de mesomorfia indicam a característica mesofítica da espécie.

Para a análise e interpretação dos resultados foram preparados gráficos, histogramas e tabelas utilizando-se os dados quantitativos, procurando desta forma evidenciar possíveis correlações entre as estruturas anatômicas.

3.9. ILUSTRAÇÕES

As fotomacrografias, com 10 aumentos, foram obtidas com Aparelho Aristofot marca Leitz. Para as fotomicrografias foi utilizado o foto-microscópio Carl Zeiss. O filme empregado foi o tipo Kodak - Panatomic X Asa 32, e as ampliações feitas em papel fotográfico Kodak, Kodabromid F-3, brilhante.

Para cada espécie foram escolhidos tres campos nos diferentes planos anatômicos: transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial. Posteriormente, foram ampliadas a um tamanho padronizado de 50 aumentos, segundo as recomendações da COPANT²⁹. As fotomacrografias foram obtidas do

plano transversal da madeira, após a superfície da mesma ter sido bem alisada com navalha.

Os desenhos esquemáticos da estrutura dos raios xilemáticos e elementos celulares axiais do xilema foram efetuados com o auxílio do microscópio binocular Carl Zeiss com câmara clara, sob aumentos adequados.

Para a identificação de madeiras foram preenchidos cartões perfurados, conforme BRAZIER & FRANKLIN¹³, com as principais características de cada espécie, os quais são mostrados no Apêndice 4.

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIÇÃO GERAL DA ESTRUTURA DO LENHO DAS ESPÉCIES

São descritos os aspectos anatômicos macro e microscópicos das madeiras. Os caracteres qualitativos e quantitativos dos elementos constituintes do xilema secundário são considerados. Os dados quantitativos utilizados nestas descrições são mostrados no Apêndice 2, separadamente para cada espécie.

4.1.1. *Annona cacans* (WARM.) var. *glabriuscula* R.E. Fries

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Caracteres gerais:

Madeira de cor bege esbranquiçada (MUNSELL HUE 2,5 Y 8/2) com matizes castanho claro (aproximadamente 7,5 YR 6/4), alburno e cerne indistintos pela cor, macia ao corte, brilhante, não apresentando sabor e odor característicos, grã direita e de textura média.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

Poros: Em distribuição difusa uniforme (Figura 2.a), visíveis a olho nú, médios (em média 125 µm de diâmetro tan

gencial), pouco numerosos (em média 60 poros/10 mm²). Poros solitários mais freqüentes; múltiplos em agrupamentos radiais de 2 - 3 poros, não apresentando obstrução. Placa de perfuração do tipo simples. Linhas vasculares levemente irregulares, bem perceptíveis sem auxílio de lente, e não apresentando conteúdo.

Parênquima axial: Pouco abundante; visível a olho nú; disposição apotraqueal em numerosas linhas muito finas, regularmente espaçadas, formando geralmente com os raios um retículo uniforme; às vezes irregularmente arranjadas.

Raios: Visíveis a olho nú, muito poucos (em média 21 raios/5 mm), baixos (em média 670 µm), médios (com 58 µm de largura), não estratificados. Espelhado dos raios contrastado.

Anéis de crescimento: Distintos, individualizados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras.

Outros caracteres: Canais secretores horizontais, verticais, liber incluso e máculas medulares não foram observados.

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

Vasos: Em porosidade difusa, uniforme (Figura 2.b) compreendendo cerca de 11% do volume total da madeira. Poros variando de muito poucos a muito numerosos (1 - 6 - 28 poros/mm²), de pequenos a grandes (58 - 125 - 218 µm de diâmetro tangencial), de paredes medianamente espessas (3 - 4,4 - 8 µm); solitários predominantes, geralmente

ovalados; múltiplos menos freqüentes, em agrupamentos radiais de 2 - 3 poros agrupados, poucos racemiformes com poros de diferentes diâmetros, formato ovalado a levemente poligonal.

Elementos vasculares de muito curtos a longos (150 - 346 - 570 μm de comprimento); freqüentemente com apêndices em uma extremidade, às vezes, em ambas ou ausentes. Apêndices curtos, variando de 10 - 36 - 160 μm . Ausência de ornamentação nas paredes vasculares. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples (Figura 3.c - i), em posição transversal ou levemente oblíqua. Vasos ocasionalmente apresentando conteúdo com aspecto de go-mo-resina, pouco abundante, às vezes obstruindo a cavidade dos elementos vasculares formando um tipo de tampão.

Pontuações intervasculares: Em disposição alterna; não guarnecidas, formato circular a ovalado, em alguns planos adquirem o formato levemente poligonal. (Figura 3.k). Abertura das pontuações lenticular, disposição horizontal a levemente oblíqua, inclusa, ocasionalmente exclusiva coalescente em 2 - 3 pontuações. Pontuações de pequenas a médias, com diâmetro tangencial de 5 - 7,7 - 10 μm .

Pontuações parênquimo-vasculares: Em disposição alterna; não guarnecidas, formato oval a irregular; abertura das pontuações lenticular, disposição horizontal inclusa, às vezes, oblíqua, menos freqüentemente horizontal exclusiva, coalescente em 2 pontuações. De pequenas a médias, com diâmetro tangencial de 5 - 7,8 - 10 μm .

Pontuações rádio-vasculares: Semelhantes as pontuações parênquima-vasculares; disposição tipicamente alterna; formato circular a oval; abertura das pontuações com formato lenticular, horizontal a levemente oblíqua, inclusive atingindo a um dos bordos da aréola. Pontuações de pequenas a médias variando de 5 - 7,2 - 10 μm de diâmetro tangencial.

Parênquima axial: Pouco abundante, compreendendo de 8 - 16 - 28% do volume total da madeira; predominantemente apotraqueal em finas faixas concêntricas contínuas de 1-2, às vezes, até 3 células de largura; do tipo reticulado tendendo à escalariforme; ocasionalmente em faixas concêntricas descontínuas ou paratraqueal vasicêntrico pouco abundante (Figura 2.b). Células predominantemente de formato retangular, com a maior dimensão no sentido vertical, com 60 - 103 - 175 μm de comprimento e 15 - 28 - 43 μm de diâmetro tangencial. As células das extremidades das séries de parênquima axial apresentam uma extremidade afilada; séries com 210 - 422 - 700 μm de comprimento, em séries de 2 - 4 - 7 células (Figura 3.j). As células do parênquima axial quando observadas em secção longitudinal radial, apresentam aspecto estratificado.

Raios: Compreendendo de 12 - 18 - 26% do volume da madeira; em geral homogêneos, não estratificados, normais, ocasionalmente em agregados, de muito poucos a pouco numerosos (2 - 4 - 7 raios/mm). As células das margens dos raios são usualmente mais altas e mais curtas, embora

procumbentes. Raios unisseriados menos freqüentes (13 - 17 - 22% dos raios), homogêneos constituídos por células procumbentes poucos heterogêneos com uma combinação de células procumbentes a levemente eretas; extremamente baixos (30 - 126 - 328 μm), de extremamente finos a muito finos (8 - 15 - 28 μm), e com 1 - 4 - 11 células de altura (Figura 4. g - j).

Raios multisseriados mais freqüentemente tetrasseriados (51% dos raios), trisseriados (37%), bisseriados (5%), raios com mais de 4 células de largura (7%); predominantemente homogêneos (KRIBS Tipo II); de extremamente baixos a baixos (220 - 670 - 1550 μm), de muito finos a largos (30 - 58 - 108 μm) e com 8 - 24 - 52 células de altura (Figura 4. a-f).

Raios multisseriados ocasionalmente apresentando vasos radiais, como curtas conexões radialmente orientadas entre 2 segmentos de vasos axiais (maiores detalhes, item 4.2).

Fibras: Tecido fibroso compreendendo de 38 - 55 - 69% do volume total da madeira. Fibras libriformes não septadas, com pontuações inconspicuamente areoladas, mais abundantes em partes radiais da parede celular; de extremamente curtas a longas (410 - 990 - 1900 μm), de estreitas a largas (13 - 37 - 75 μm), e de paredes muito delgadas (3 - 3,2 - 5 μm) (Figura 3. a - b).

Outros caracteres: Canais secretores, tubos laticíferos e taniníferos, floema incluso e máculas medulares não foram observados.

Anéis de crescimento distintos, individualizados por zo
nas de fibras, com paredes mais espessas.

Inclusões inorgânicas: Presença ocasional de monocristais de oxalato de cálcio com formato estilóide e romboédrico em células de parênquima axial.

Inclusões orgânicas: Conteúdo de coloração marrom - amarelada com aspecto de gomo-resina nas células de parênquima ra
dial.

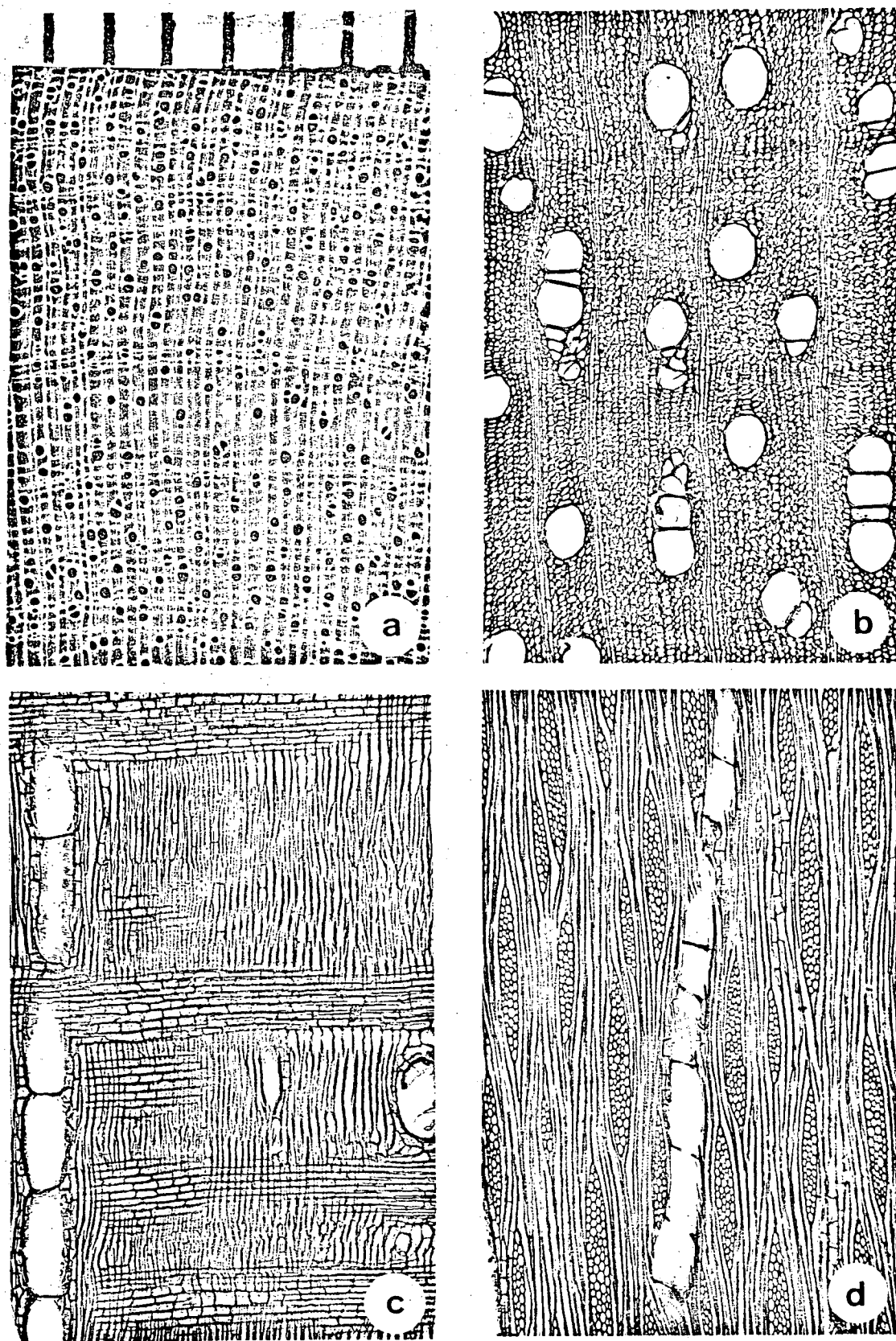


Figura 02. Aspectos anatômicos do xilema de *Annona cacans* var. *glabriuscula*

a. aspecto macroscópico do corte transversal (10X). b. seção transversal (50X). c. seção longitudinal radial (50X). d. seção longitudinal tangencial (50X).

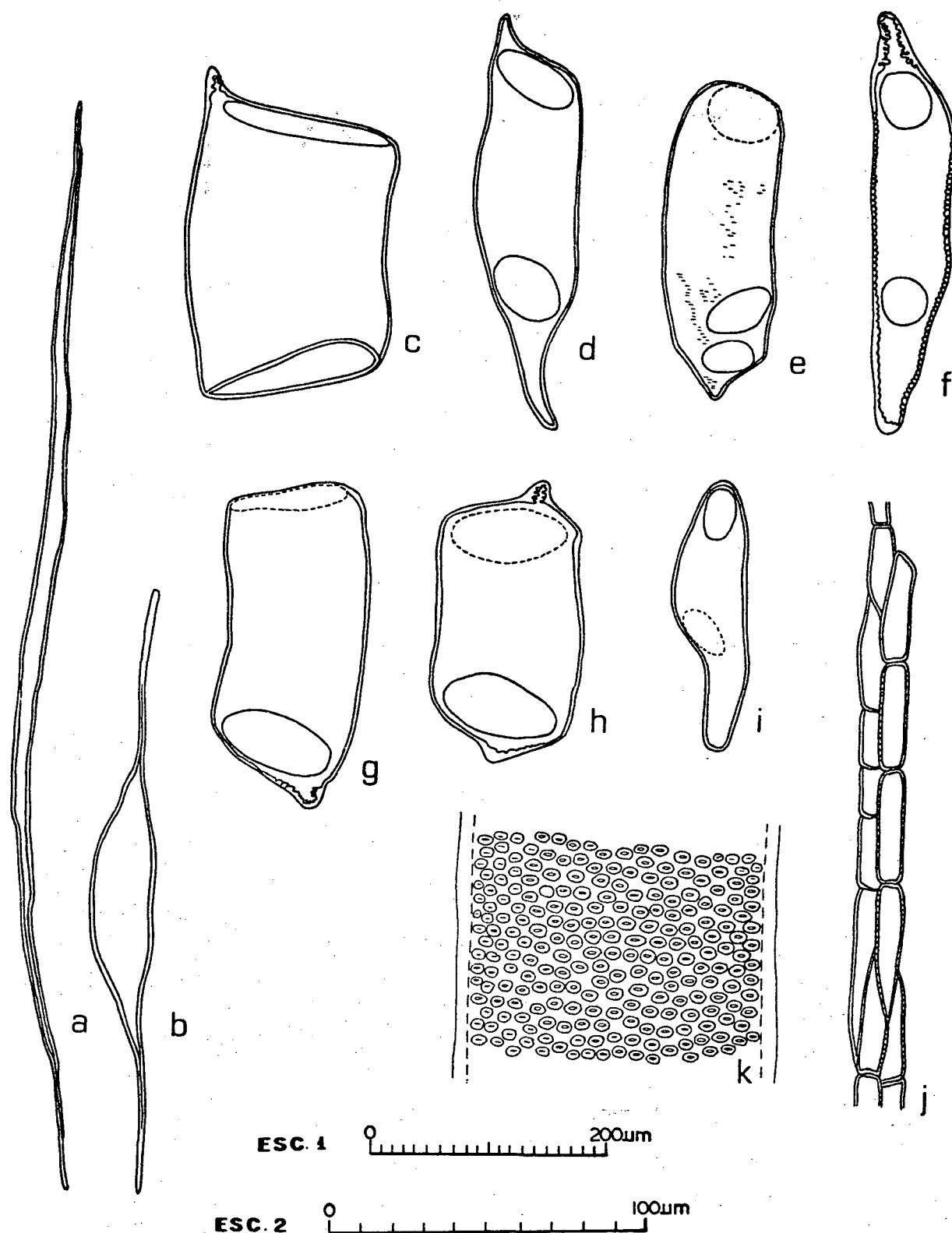


Figura 03. Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de *Annona cacans* var. *glabriuscula*.
a, b. fibras libriformes não septadas. c-i. elementos vasculares. j. células de parênquima axial seriado. k. aspecto das pontuações intervasculares alternas (escala nº 1, a-j; escala nº 2, k).

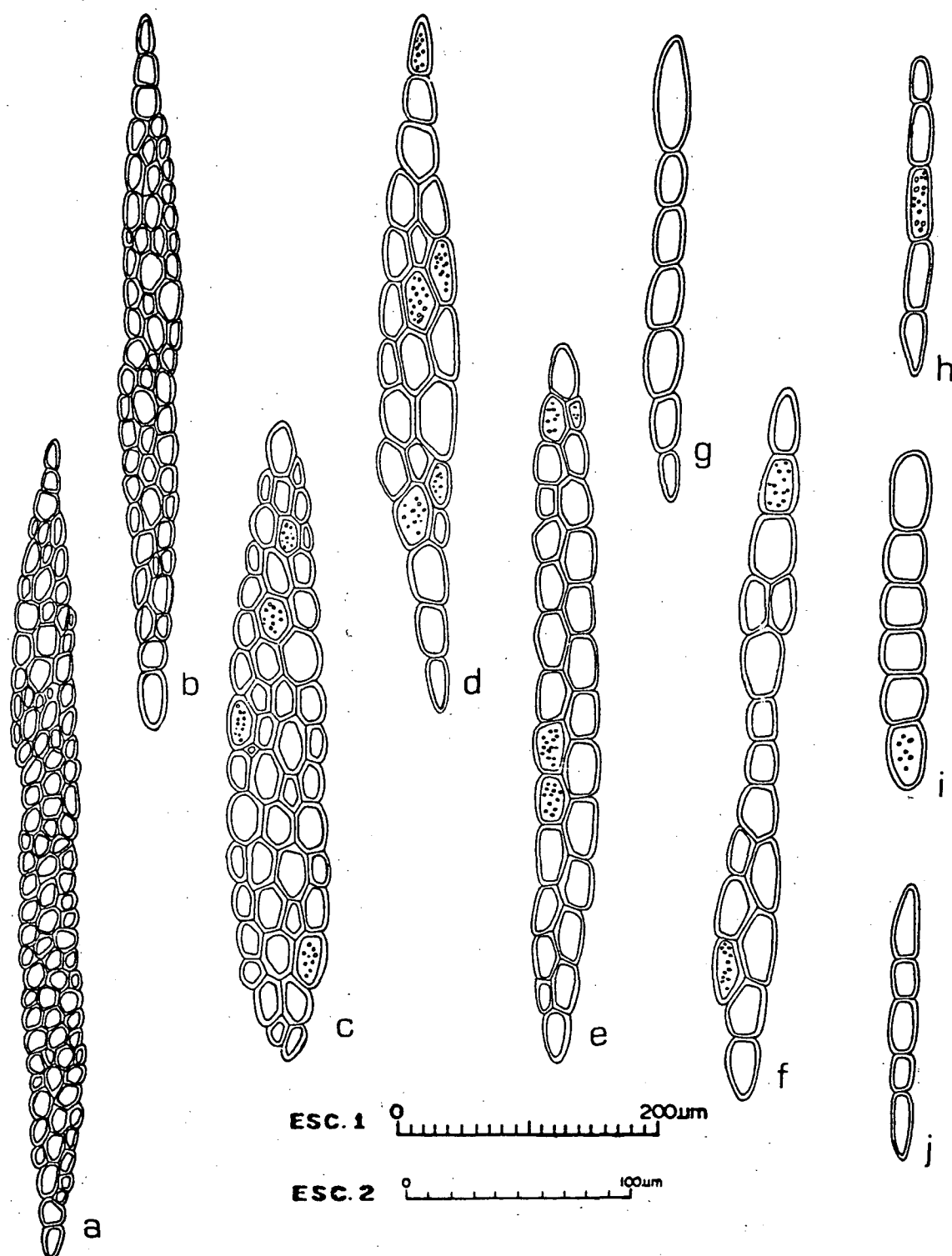


Figura 04. Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de *Annona cacans* em secção longitudinal tangencial.
 a-f. raios multisseriados. g-j. raios unisseriados (escala nº 1, a, b: escala nº 2, c-j).

4.1.2. *Annona glabra* L.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Caracteres gerais:

Madeira de cor castanha clara acinzentada (MUNSELL HUE 2,5 Y 7/2), alburno e cerne indistintos pela cor; macia ao ser cortada, grã direita, odor e sabor não caracterizados e de textura média.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

Poros: Em distribuição difusa uniforme (Figura 5. a); visíveis a olho nú, numerosos (em média 90 poros por 10 mm), de pequenos a médios (em média 103,4 μ m de diâmetro tangencial); poros solitários e múltiplos em proporções semelhantes, sendo os múltiplos freqüentemente em agrupamentos radiais de 2 - 4 poros; alguns poros ocasionalmente apresentando conteúdo esbranquiçado pouco denso. Placa de perfuração do tipo simples. Linhas vasculares retilíneas, ocasionalmente obstruídas por conteúdo castanho-claro com aspecto de gomo-resina.

Parênquima axial: Pouco abundante, invisível a olho nú, porém bem visível com auxílio de lente ou lupa com aumento de 10 X; disposição apotraqueal em finas faixas concêntricas formando com os raios um retículo mais ou menos uniforme.

Raios: Visíveis a olho nú, muito poucos (em média 21 raios por 5 mm), médios (em média 53 μ m de largura), baixos

(em média 539 μm de altura), não estratificados. Espelhado dos raios contrastados.

Anéis de crescimento: Distintos, individualizados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras, às vezes descontínuos.

Outros caracteres: Canais secretores axiais, máculas medulares e liber incluso não foram observados.

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

Vasos: Compreendendo de 5 - 9 - 13% do volume total da madeira; em porosidade difusa uniforme (Figura 5.b). Poros de pequenos a médios, com diâmetro tangencial variando de 63 - 103 - 160 μm , de poucos a numerosos (3 - 9 - 18 poros/ mm^2); secção ovalada a levemente poligonal; os múltiplos mais freqüentemente em agrupamentos radiais de 2 a 3, ocasionalmente 4 poros; racemiformes pouco frequentes.

Elementos vasculares em média curtos (250 - 375 - 520 μm); apêndices geralmente curtos (10 - 29 - 130 μm de comprimento), em geral ausentes, ocasionalmente em uma ou ambas extremidades dos elementos de vaso. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples (Figura 6.b-g), em posição normalmente transversal, às vezes, em disposição ligeiramente oblíqua. Espessura das paredes dos vasos variando de 3 - 4,3 - 5 μm . Paredes vasculares não apresentando ornamentação. Poros normalmente destituídos de conteúdo porém, ocasionalmente alguns com conteúdo com aspecto de gomo-resina formando uma espécie de tampão.

Pontuações intervasculares: Em disposição alterna, formato poligonal, não guarneçadas; abertura das pontuações lenticular, em disposição horizontal, inclusa, ocasionalmente exclusiva, coalescente em 2 - 3 pontuações. Pontuações de muito pequenas a médias (3 - 6,2 - 8 μ m) (Figura 6.j).

Pontuações parênquimo-vasculares: Em disposição alterna, não guarneçadas; formato irregular a poligonal; abertura das pontuações lenticular em disposição horizontal a levemente oblíqua, inclusa. Pontuações de pequenas a médias (5 - 6,3 - 8 μ m).

Pontuações rádio-vasculares: Semelhantes às pontuações intervasculares porém menores; formato ovalado a levemente poligonal; abertura lenticular em disposição horizontal inclusa atingindo a um dos bordos da aréola da pontuação, não coalescentes. Pontuações de muito pequenas a médias (3 - 5,6 - 8 μ m).

Parênquima axial: Pouco abundante, compreendendo de 17 - 22 - 28% do volume total da madeira, tipicamente apotraqueal em estreitas faixas concêntricas regularmente espaçadas com 1 a 2 células de largura, do tipo reticulado tendendo à escalariforme; às vezes, do tipo paratraqueal vasocêntrico pouco abundante. Células de parênquima axial predominantemente retangulares, com a maior dimensão no sentido vertical. As células das extremidades das séries de parênquima axial tem uma das extremidades afilada. A altura das células varia de 75 - 150 - 220 μ m e diâmetro tangencial de 20 - 28 - 40 μ m. Séries de pa

parênquima axial com 280 - 416 - 560 μm de altura, em séries de 2 a 4 células (Figura 6.h, i). As células de parênquima axial, quando observados em secção longitudinal radial, apresentam um aspecto estratificado.

Raios: Compreendendo de 14 - 17 - 25% do volume total da madeira; principalmente homogêneos (KRIBS Tipo II), normais, às vezes agregados, não estratificados, de poucos a numerosos (3 - 5 - 8 raios/mm). Células das margens dos raios usualmente mais altas do que as células do centro, contudo do mesmo tipo procumbente. Raios unisseriados menos frequentes (em média 21% dos raios), homogêneos, constituídos por células procumbentes, ocasionalmente levemente heterogêneos com células ligeiramente eretas e quadradas; de extremamente finos a muito finos (10 - 16 - 25 μm), extremamente baixos (53 - 160 - 323 μm) com 2 - 6 - 15 células de altura (Figura 7. f, g).

Raios multisseriados mais freqüentemente trisseriados (70%), tetrasseriados (17%) e bisseriados (13%); homogêneos, de extremamente baixos a baixos (250 - 539 - 1150 μm), de muito finos a estreitos (28 - 53 - 80 μm), e com 9 - 21 - 50 células de altura (Figura 7.a - e).

Raios multisseriados ocasionalmente apresentando curtas conexões de vasos radiais ligando 2 segmentos de vaso axial (maiores detalhes, item 4.2).

Fibras: Tecido fibroso compreendendo de 49 - 52 - 56% do volume total da madeira. Fibras libriiformes, não septadas e não gelatinosas; pontuações inconspicuamente areoladas

das, mais abundantes nas faces radiais da parede celular; de muito curtas a longas (820 - 1335 - 1970 μm), de estreitas a médias (15 - 25 - 40 μm), com paredes delgadas variando de 3 - 4 - 5 μm de espessura (Figura 6.a1).

Outros caracteres: Canais secretores, tubos laticíferos e taniníferos, floema incluso e máculas medulares não foram observados.

Anéis de crescimento distintos, individualizados por faixas de fibras com paredes mais espessas.

Inclusões orgânicas: Presença de substância com aspecto de gomo-resina, com coloração castanho-alaranjada em células do parênquima radial, e, às vezes, nas células de parênquima axial.

Inclusões inorgânicas: Cristais, sílica e carbonato não foram observados.

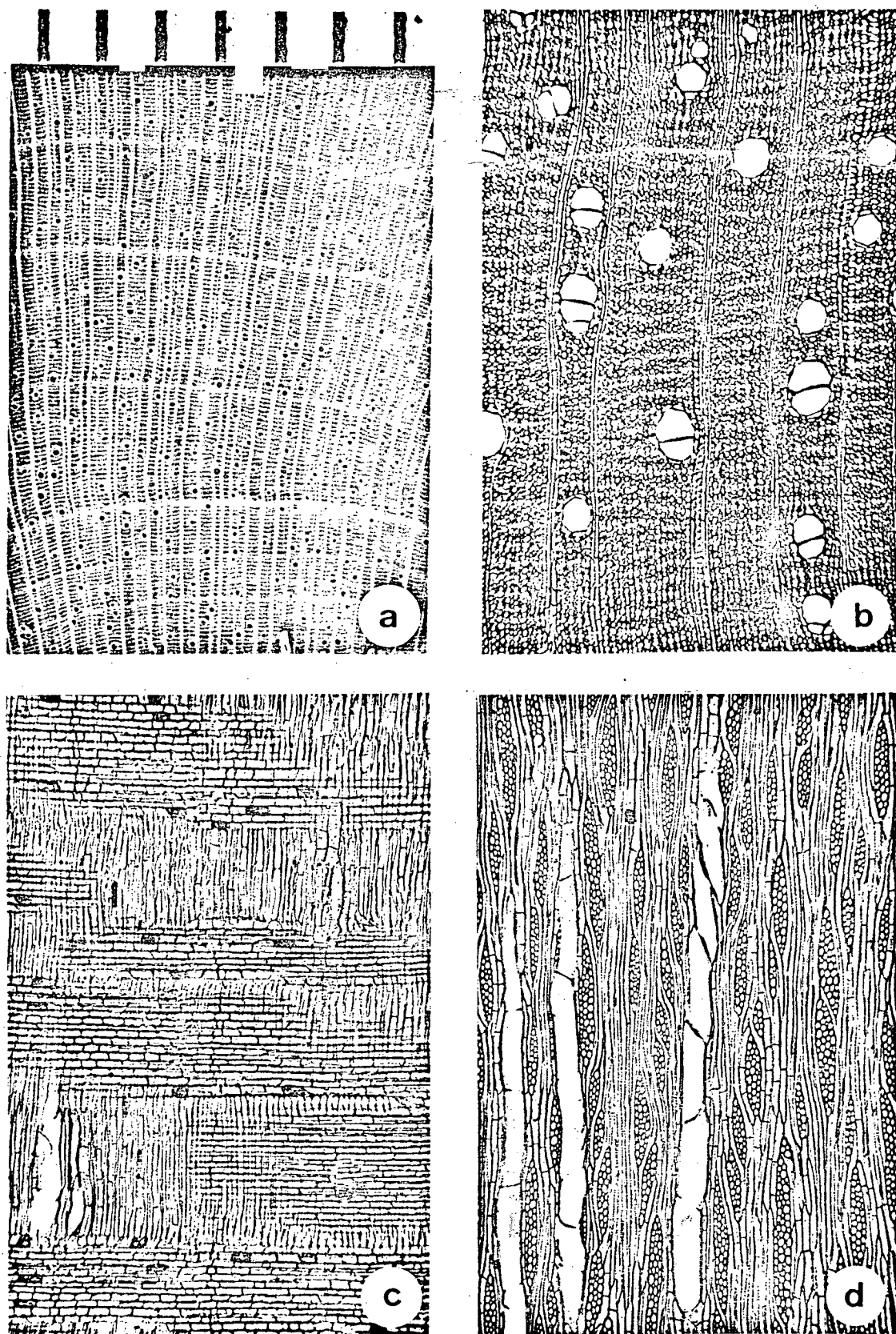


Figura 05. Aspectos anatômicos do xilema de *Annona glabra*
 a. aspecto macroscópico do corte transversal (10X). b. secção transversal (50X). c. secção longitudinal radial (50X). d. secção longitudinal tangencial (50X).

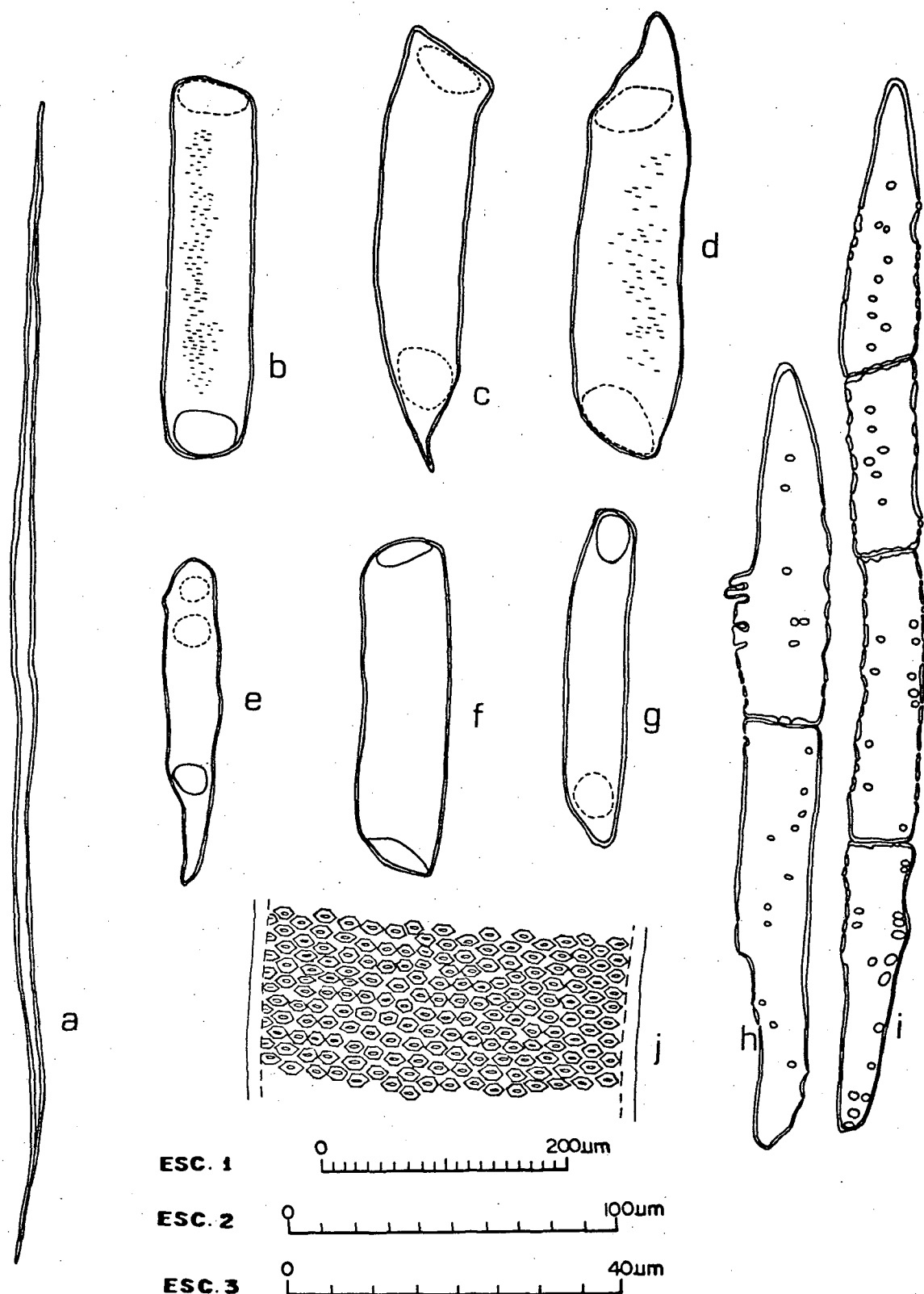


Figura 06. Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de *Annona glabra*.
 a. fibra libriforme não septada. b-g. elementos vasculares.
 h, i. células de parênquima axial seriado. j. aspecto das pontuações intervasculares alternas (escala nº 1, a-g; escala nº 2, h, i; escala nº 3, j).

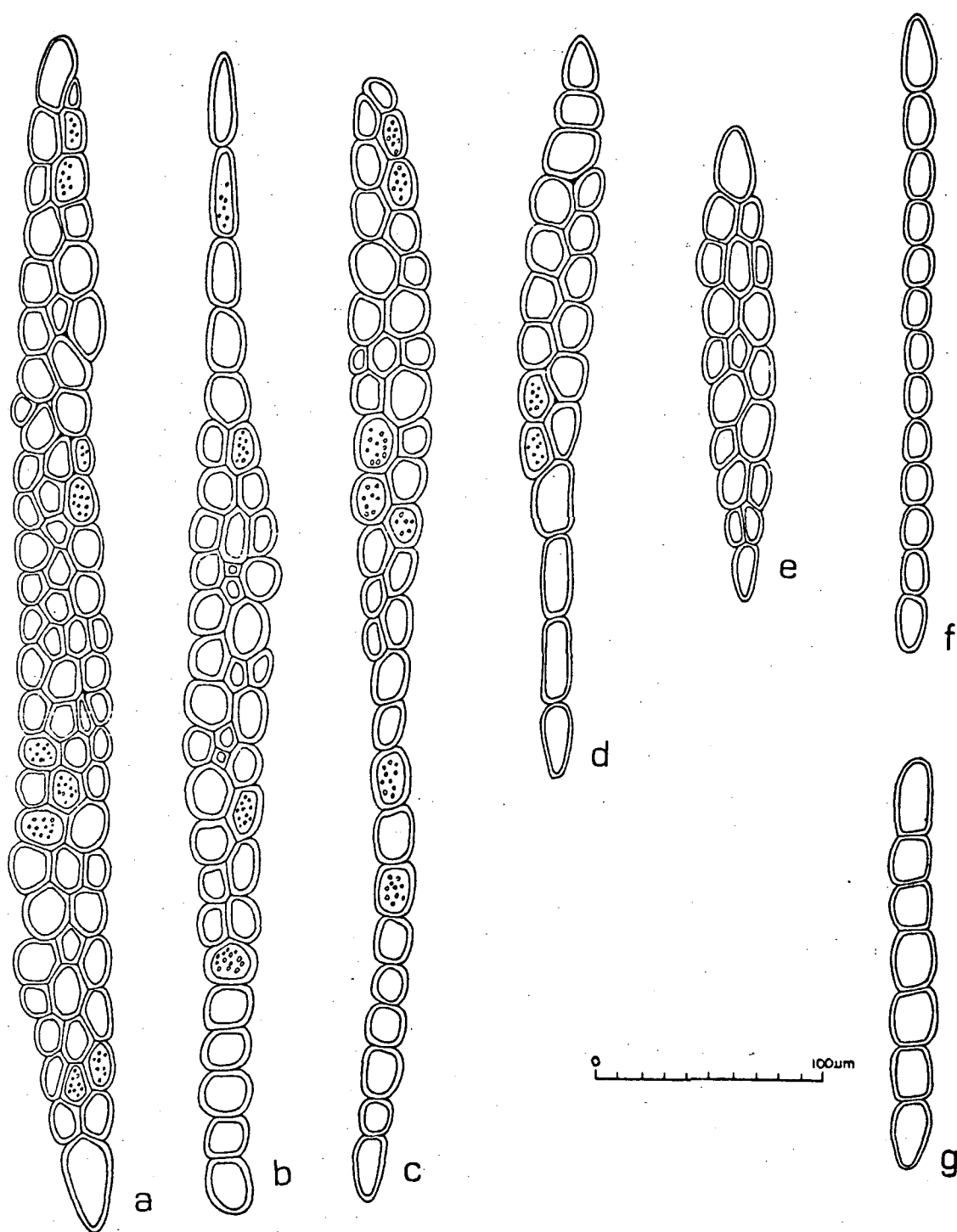


Figura 07. Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de *Annona glabra* em secção longitudinal tangencial.
a-e. raios multisseriados. f,g. raios unisseriados.

4.1.3. *Duguetia lanceolata* St. Hil.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Caracteres gerais:

Madeira de alburno e cerne indistintos, brilhante, aroma desagradável, sabor ligeiramente amargo, moderadamente dura ao corte, de cor creme amarelada (MUNSELL HUE 5 Y 8/6) a castanha clara (HUE 7,5 YR 6/4 a 6/6) de textura fina e grã ondulada ou irregular.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

Poros: Em distribuição difusa uniforme (Figura 8.a), visíveis a olho nú, pequenos (em média com diâmetro tangencial de 95 μm), numerosíssimos (em média 280 poros/ 10 mm^2). Poros solitários menos freqüentes que os múltiplos; estes por sua vez, predominantemente em agrupamentos radiais de 2 - 3 poros, também ocasionalmente em arranjos racemiformes. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples. Linhas vasculares irregulares, ocasionalmente obstruídas por conteúdo com aspecto de gomo-resina pouco denso, de coloração castanha-escura.

Parênquima axial: Pouco abundante; invisível a olho nú, porém bem distinto sob lente com aumento de 10 X, tipicamente apotraqueal em finas faixas concêntricas, do tipo reticulado a escalariforme.

Raios: Visíveis a olho nú, muito poucos (em média 22 raios/ 5 mm), médios (em média 100 μm de largura), baixos (em

média 1311 μm), não estratificados. Espelhado dos raios contrastado.

Anéis de crescimento: Pouco distintos a olho n^o, individualizados por estreitas zonas fibrosas tangenciais mais escuras.

Outros caracteres: Canais secretores horizontais, verticais, liber incluso e máculas medulares não foram observados.

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

Vasos: Em distribuição difusa uniforme (Figura 8.b); compreendendo de 7 - 14 - 19% do volume total da madeira. Poros de formato circular a ovalado, os múltiplos às vezes levemente poligonais; de numerosos a numerosíssimos (11 - 28 - 64 poros/ mm^2), de pequenos a médios (58 - 95 - 145 μm de diâmetro tangencial), é de paredes medianamente espessas (3 - 5 - 8 μm); vasos solitários menos frequentes que os múltiplos; em geral os múltiplos em agrupamentos radiais de 2 a 4 poros, também racemiformes constituídos por poros de diâmetro variados.

Elementos vasculares de muito curtos a longos (210 - 424 - 640 μm); apêndices normalmente presentes, pelo menos em uma extremidade, curtos (10 - 35 - 140 μm); sem ornamentação. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples (Figura 9.b - g), em posição transversal ou levemente oblíqua. Ocasionalmente, presença de conteúdo com aspecto de gomo-resina de coloração marrom-alaranjada, às vezes obstruindo todo o poro.

Pontuações intervasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, bastante numerosas, circulares; aberturas das pontuações em disposição horizontal, inclusas, não coalescentes, com formato lenticular. Pontuações muito pequenas, com diâmetro tangencial de 3 - 3,2 - 5 μm (Figura 9.i).

Pontuações parênquimo-vasculares: Semelhantes às intervasculares; aberturas das pontuações com formato lenticular, inclusas, ocasionalmente exclusas, porém não coalescentes. Pontuações muito pequenas, com 3 - 3,27 - 5 μm de diâmetro tangencial.

Pontuações rádio-vasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, bastante numerosas, formato circular a oval; aberturas lenticulares, geralmente inclusas, em disposição horizontal a levemente oblíquas. Pontuações muito pequenas, com diâmetro tangencial variando de 3,0 - 3,4 - 5 μm .

Parênquima axial: Pouco abundante, compreendendo de 9 - 16 - 26% do volume da madeira, apresentando leve aspecto estratificado quando visto em secção longitudinal radial; tipicamente em disposição apotraqueal do tipo reticulado à escalariforme, em finas faixas concêntricas com 1 a 2 células de largura. Células normalmente retangulares, com a maior dimensão no sentido vertical, de 93 - 187 - 288 μm de comprimento de 13 - 25 - 40 μm de diâmetro tangencial. Séries e parênquima axial com 260 - 430 - 590 μm de comprimento, em séries de 2 a 4 células.

As células das extremidades da série apresentam uma ponta afilada (Figura 9.h).

Raios: Compreendendo de 17 - 26 - 40% do volume da madeira. Predominantemente homogêneos, normais, com certa frequência em agregados, não estratificados, de poucos a pouco numerosos (3 - 4 - 7 raios / mm), freqüentemente com grandes idioblastos (células oleíferas) no interior dos raios. As células são geralmente do tipo procumbente, havendo usualmente uma mistura de células mais altas e mais curtas, tanto no interior como nas margens dos raios, embora procumbentes. Raios unisseriados poucos (14% dos raios), extremamente baixos (38 - 121 - 273 μ m), extremamente finos (8 - 14 - 25 μ m), e constituídos de 1 - 5 - 11 células (Figura 10.g).

Raios multisseriados mais freqüentemente com mais de 4 células de largura (91% dos raios), tetrasseriados (8% dos raios) e trisseriados (1% dos raios); de muito baixos a medianos (600 - 1311 - 3620 μ m), de finos a muito largos (48 - 100 - 213 μ m), e com 25 - 58 - 148 células de altura (Figura 10.a - f).

Raios multisseriados ocasionalmente apresentando estruturas especiais, tais como: elementos vasculares radiais e células perfuradas de raio, ligando 2 segmentos de vasos axiais (maiores detalhes, item 4.2).

Fibras: Tecido fibroso em média 44% do volume total da madeira. Fibras libriformes não septadas, não gelatinosas, pontuações diminutas, inscopicamente areoladas, mais abundantes em faces radiais da parede celular; de extreu

mamente curtas a curtas (650 - 1040 - 1450 μ m), de estreitas a médias (13 - 20 - 38 μ m), e de paredes delgadas (3 - 5 - 8 μ m) (Figura 9.a).

Outros caracteres: Canais secretores, tubos laticíferos e taniníferos, floema incluso e máculas medulares não foram observados. Estratificação dos tecidos ausente.

Anéis de crescimento distintos, individualizados por zonas de fibras com paredes mais espessas.

Inclusões inorgânicas: Cristais, sílica e carbonato não foram observados.

Inclusões orgânicas: Presença abundante de conteúdo com aspecto de gomo-resina no interior das células do raio, com coloração castanha-avermelhada; também nas células de parênquima axial, porém menos abundante. Presença de células oleíferas no interior dos raios multisseriados.

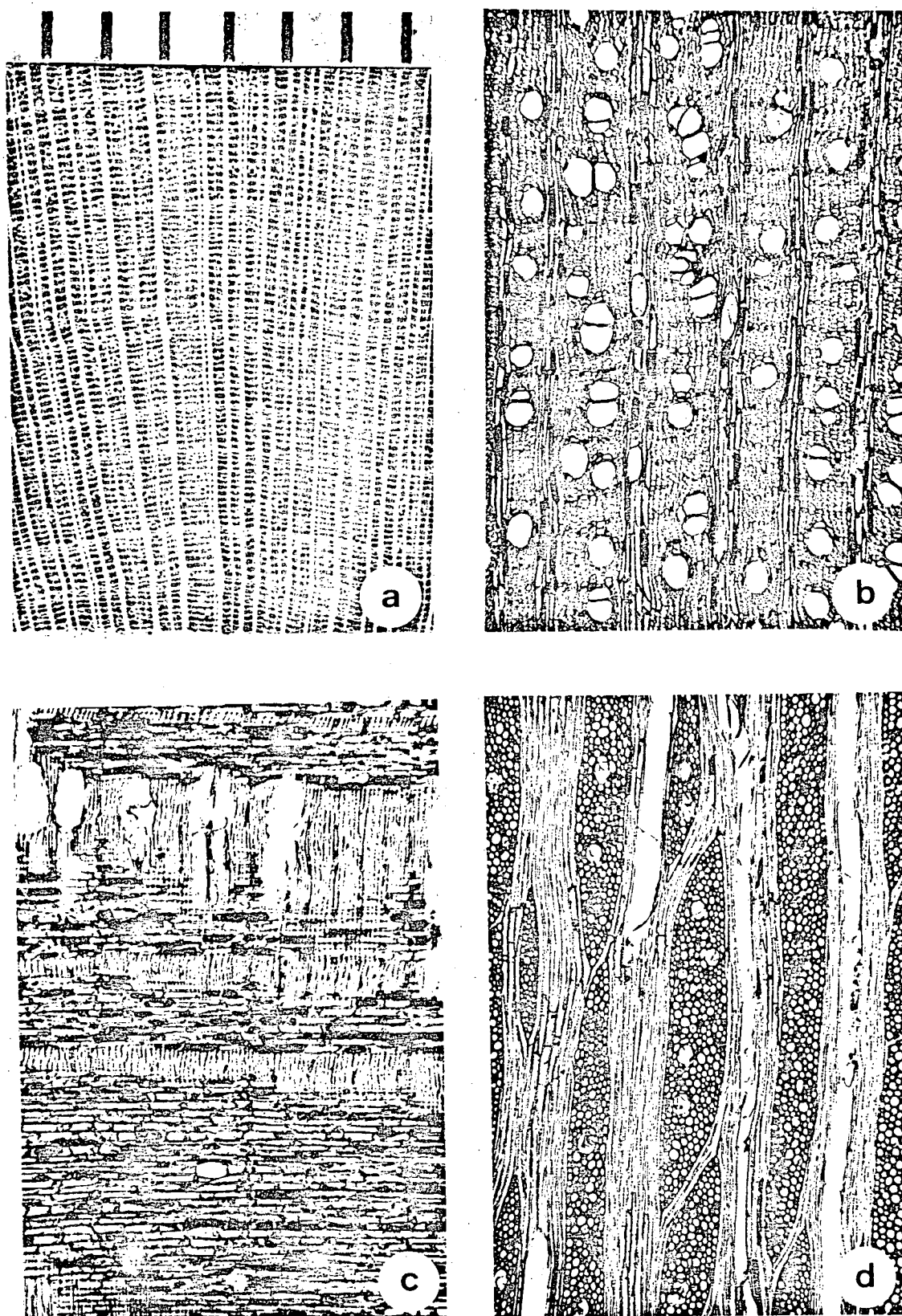


Figura 08. Aspectos anatômicos do xilema de *Duguetia lanceolata*
 a. aspecto macroscópico do corte transversal (10X). b. seção transversal (50X). c. seção longitudinal radial (50X). d. seção longitudinal tangencial (50X).

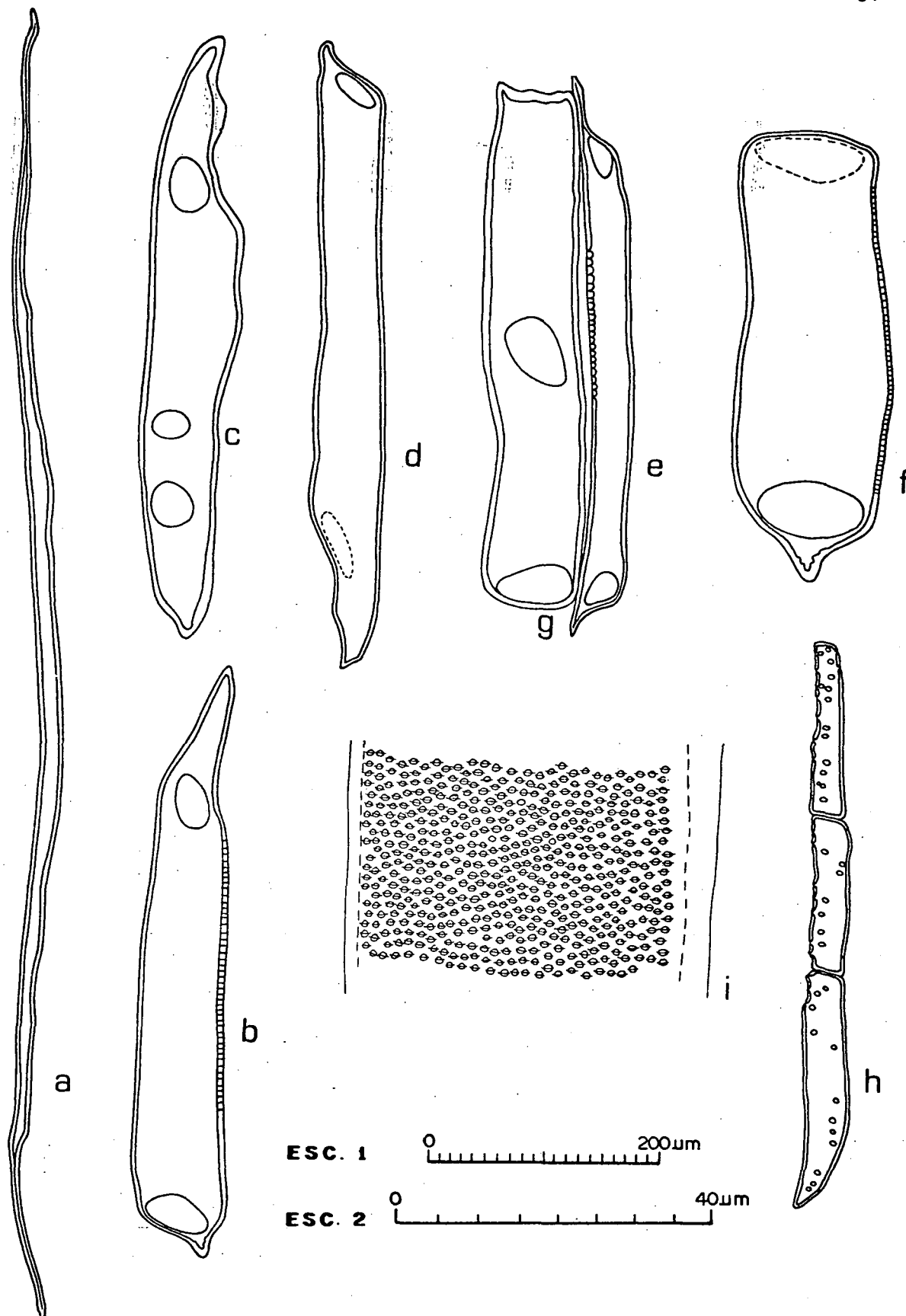


Figura 09. Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de *Duguetia lanceolata*.
 a. fibra libriforme não septada. b-g, elementos vasculares.
 h. célula de parênquima axial seriado. i. aspecto das pontuações intervasculares alternas (escala nº 1, a-h; escala nº 2, i).

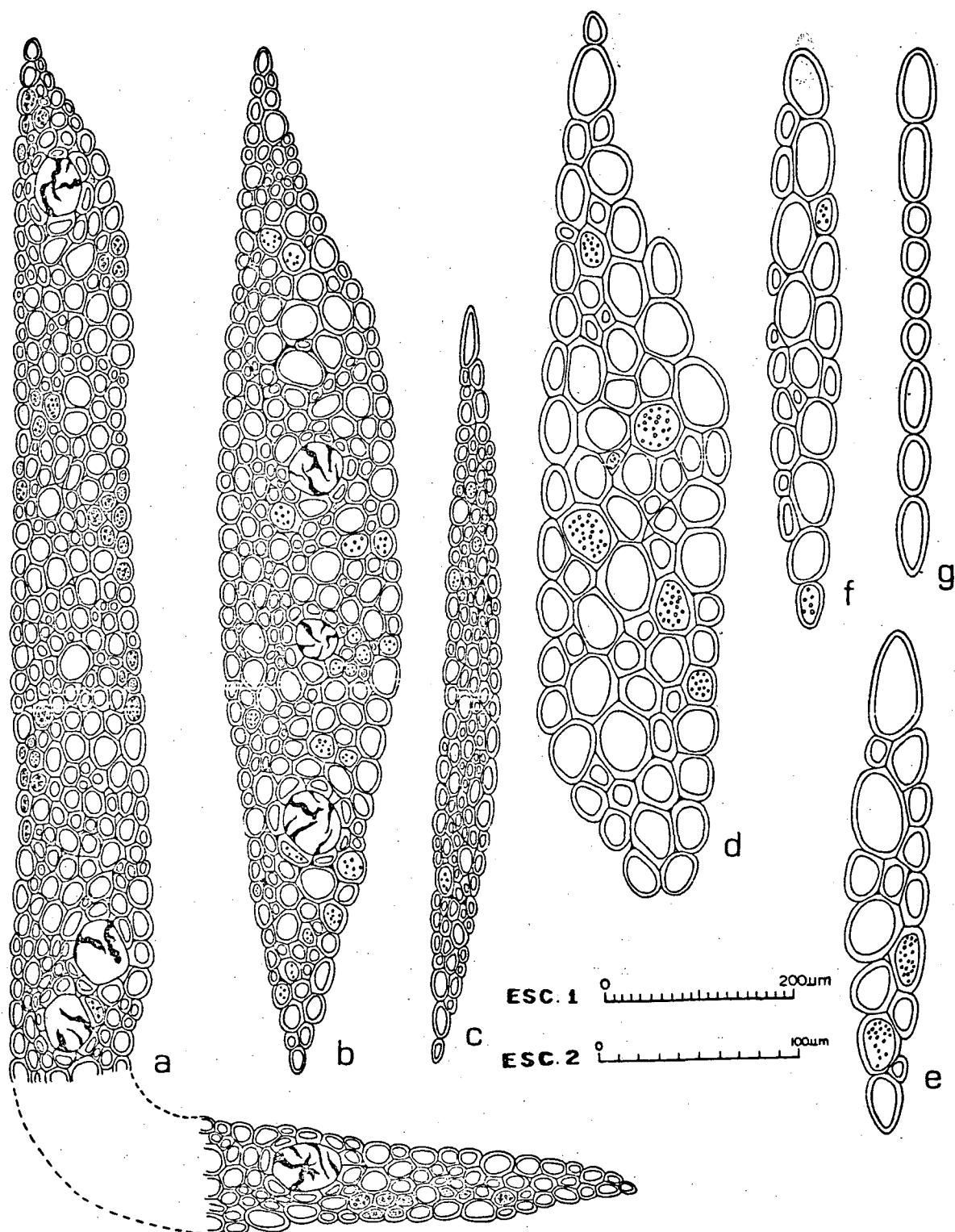


Figura 10. Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de *Duguetia lanceolata* em secção longitudinal tangencial. a-f. raios multisseriados. g. raio unisseriado (escala nº 1, a-c; escala nº 2, d-g).

4.1.4. *Guatteria australis* St. Hil.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Caracteres gerais:

Madeira de cor castanha clara acinzentada (aproximadamente MUNSELL HUE 7,5 YR 6/2); alburno e cerne indistintos pela cor, macia ao corte, grã direita, sabor e odor não caracterizados, brilhante e de textura média.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

Poros: Em distribuição difusa uniforme (Figura 11.a), visíveis a olho nú, médios (em média 144 μm de diâmetro tangencial), pouco numerosos (em média 60 poros/10 mm^2). Poros solitários mais freqüentes; múltiplos em agrupamentos radiais de 2 - 3 poros, não apresentando conteúdo. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples. Linhas vasculares retilíneas e desobstruídas.

Parênquima axial: Pouco abundante; invisíveis a olho nú, porém bem distinto com lupa ou lente de aumento 10 X; disposição apotraqueal, em finas faixas concêntricas do tipo reticulado a escalariforme.

Raios: Visíveis a olho nú em todos os planos; muito poucos (em média 18 raios/5 mm), moderadamente largos (em média 106 μm), baixos (em média 1604 μm de altura), não estratificados. Espelhado dos raios contrastado.

Anéis de crescimento: Distintos, individualizados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras.

Outros caracteres: Canais secretores horizontais, verticais, liber incluso e máculas medulares não foram observados.

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

Vasos: Compreendendo de 2 - 5 - 8% do volume total da madeira, em distribuição difusa uniforme (Figura 11.b). Poros de secção ovalada a levemente poligonal, de muito poucos a muito numerosos (1 - 6 - 24 poros/mm²), de pequenos a grandes (75 - 144 - 235 µm de diâmetro tangencial), e de paredes medianamente espessas (3 - 5 - 8 µm); solitários mais freqüentes (39 - 55 - 69% dos poros), múltiplos menos freqüentes, em agrupamentos radiais com 2 a 3 poros, ocasionalmente racemiformes constituídos por poros de diâmetros variados.

Elementos vasculares curtos (230 - 440 - 670 µm); com apêndices normalmente nas duas extremidades, curtos (10 - 35 - 180 µm), às vezes ausentes. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples (Figura 12. c - f), em posição transversal ou levemente oblíqua. Presença com certa freqüência de tênues espessamentos espiralados nos apêndices e paredes de vaso (Figura 11.e - g). Ocasionalmente, conteúdo pouco denso, com aspecto de gomo-resina nos poros.

Pontuações intervasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, geralmente ovaladas, em alguns trechos com formato poligonal. Aberturas das pontuações lenticulares, em disposição horizontal a levemente oblíqua, inclusas, às vezes exclusas, coalescentes em várias pontuações. Pontuações de pequenas a médias (5 - 8,4 - 10 µm).

Pontuações parênquimo-vasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, de irregulares a levemente poligonais; aberturas das pontuações lenticulares, oblíquas, inclu sas, às vezes exclusas, coalescente em 2 pontuações, ou inclusas porém tocando uma das margens da aréola da pon tuação. Pontuações de pequenas a médias (5 - 7,6 - 10 μ m).

Pontuações rádio-vasculares: Em disposição alterna, não orna mentadas, ovaladas; aberturas lenticulares em disposição oblíqua, inclusas atingindo uma das margens da aréola; às vezes coalescente em 2 pontuações. Pontuações de pe quenas a médias (5 - 7,6 - 10 μ m de diâmetro).

Parênquima axial: Pouco abundante, compreendendo de 12 - 21 - 27% do volume da madeira; tipicamente em disposição apotraqueal, do tipo reticulado a escalariforme em fi nas faixas concêntricas com 2 a 3 células de largura. Células de parênquima axial geralmente retangulares com a maior dimensão no sentido vertical, sendo as células das extremidades das séries usualmente afiladas em uma das extremidades. Células com 113 - 212 - 313 μ m de com primento e 20 - 28 - 38 μ m de diâmetro tangencial. Sé ries de parênquima axial com 300 - 487 - 640 μ m de com primento e com 2 a 4 células de altura (Figura 12.g). As células do parênquima axial, quando observadas em secção longitudinal radial, apresentam um aspecto estra tificado.

Raios: Compreendendo de 16 - 22 - 28% do volume total da ma deira, sempre homogêneos (KRIBS Tipo I e II) normais,

poucos agregados, não estratificados; de muito poucos a pouco numerosos (2 - 4 - 6 raios/mm). As células das margens dos raios são geralmente mais altas e mais curtas, porém procumbentes. Raios unisseriados menos frequentes, que multisseriados, geralmente homogêneos constituídos por células procumbentes, às vezes, também por quadradas aeretas; raios de extremamente baixos a baixos (85 - 226 - 1170 μ m), de extremamente finos a muito finos (8 - 19 - 28 μ m) e com 1 - 6 - 20 células de altura (Figura 13 h - j).

Raios multisseriados mais freqüentemente com mais de 4 células de largura (67% dos raios), tetrasseriados (26%) trisseriados (4%) e bisseriados (3%); de muito baixos a medianos (740 - 1604 - 3930 μ m), de finos a muito largos (48 - 106 - 225 μ m) e com 25 - 55 - 127 células de altura (Figura 13 a - g).

Raios multisseriados ocasionalmente apresentando vasos radiais, como curtas conexões radialmente orientadas entre 2 segmentos de vasos axiais (maiores detalhes, item 4.2).

Fibras: Tecido fibroso compreendendo de 44 - 52 - 60% do volume total da madeira. Fibras libriformes, não septadas, não gelatinosas, com pontuações inconspicuamente areoladas, mais abundantes em faces radiais da parede celular; geralmente curtas (730 - 1248 - 1990 μ m), com diâmetro médio (18 - 31 - 58 μ m). Paredes delgadas, com espessura variando de 3 - 4,2 - 8 μ m (Figura 12. a, b).

Outros caracteres: Canais secretores, tubos laticíferos e ta

niníferos, floema incluso e máculas medulares não foram observados.

Anéis de crescimento distintos, individualizados por zonas de fibras com paredes mais espessas.

Inclusões inorgânicas: Cristais, sílica e carbonato não foram constatados.

Inclusões orgânicas: Ocasionalmente presença de conteúdo com aspecto de grânulos de gomo-resina de coloração castanha-alaranjada nas células de parênquima axial e radial.

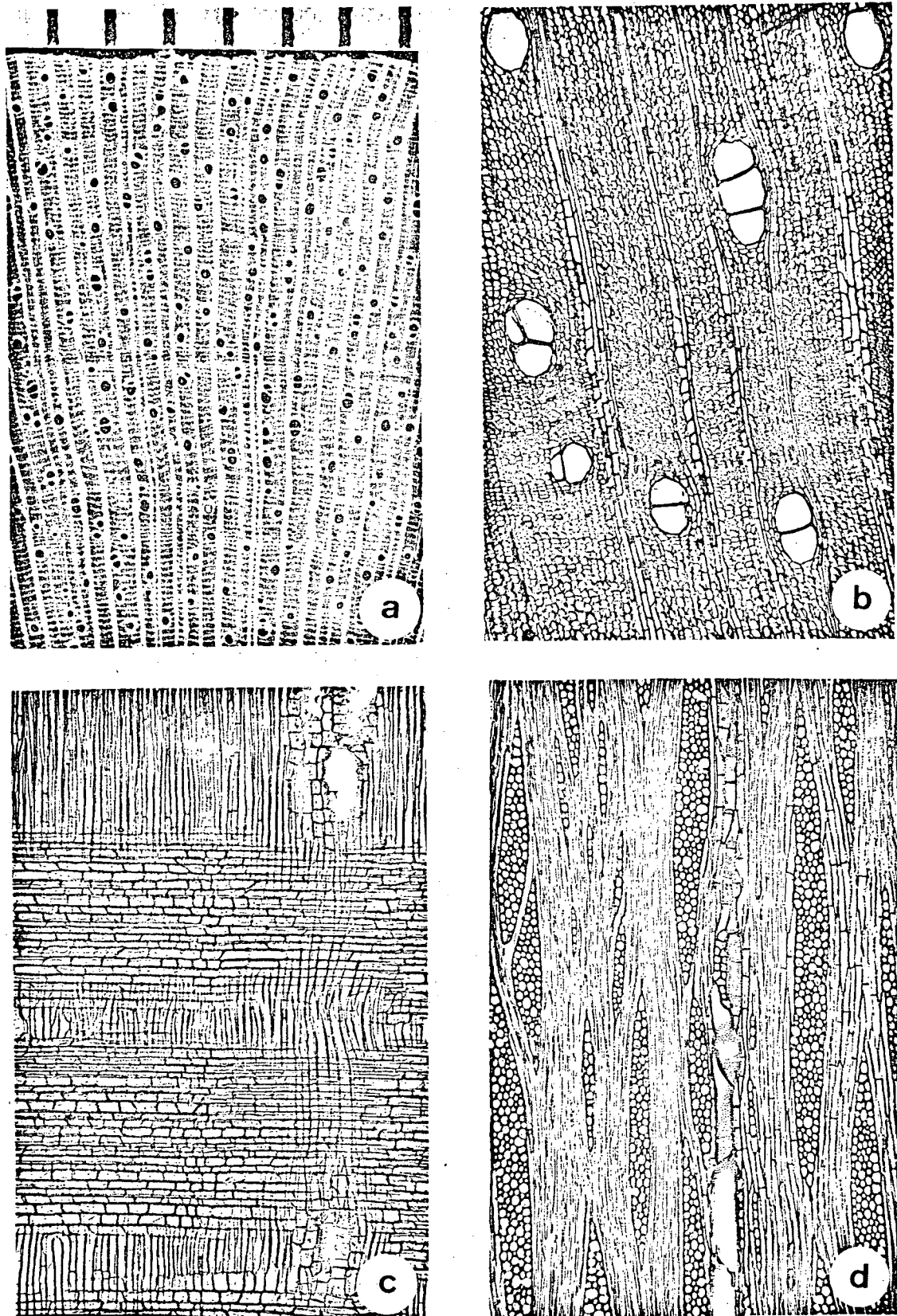


Figura 11. Aspectos anatômicos do xilema de *Guatteria australis*. a. aspecto macroscópico do corte transversal (10X). b. seção transversal (50X). c. seção longitudinal radial (50X). d. seção longitudinal tangencial (50X).

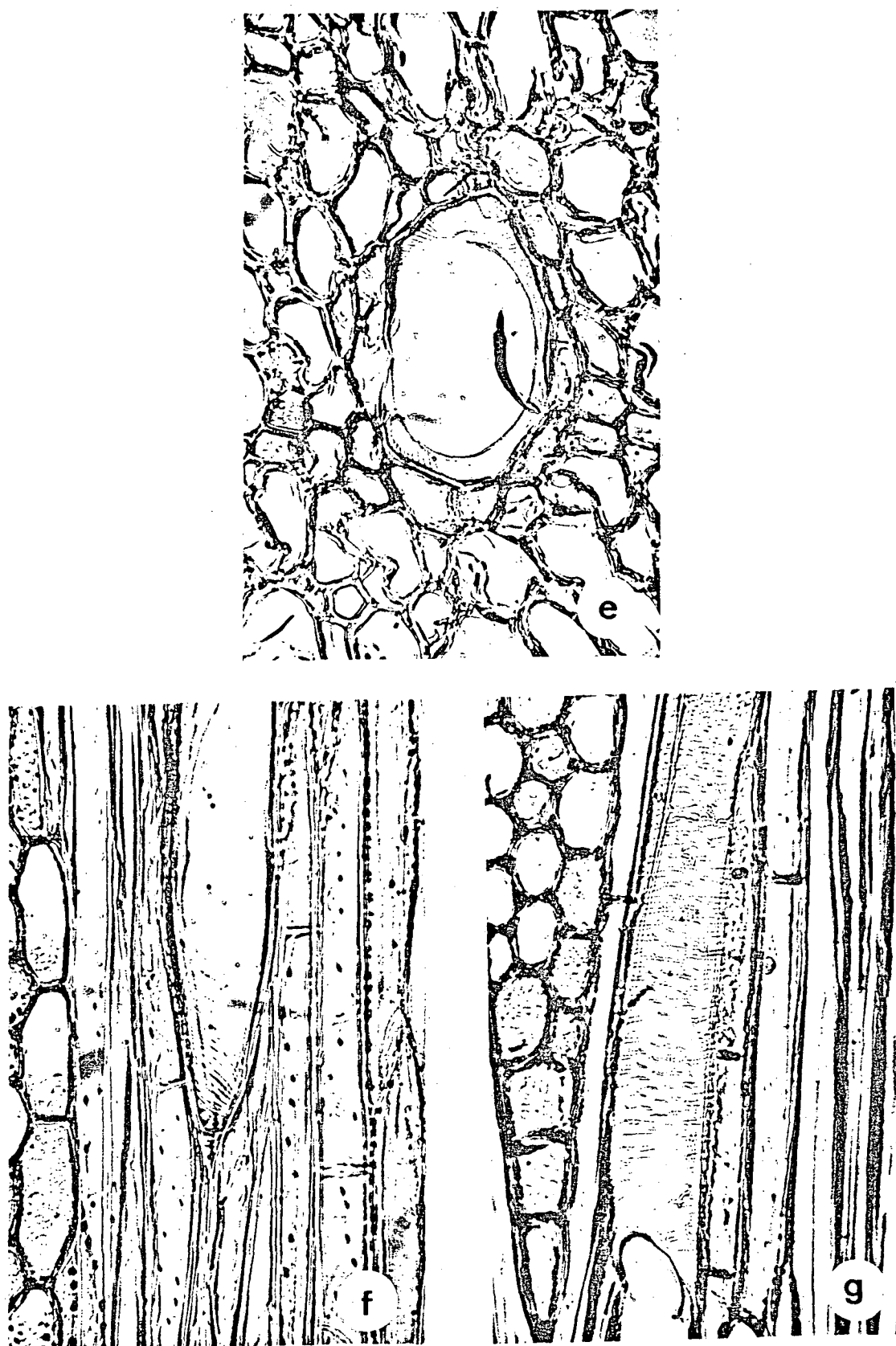


Figura 11. Detalhe estrutural dos elementos vasculares de *Guatteria australis*
 e. secção transversal mostrando os espessamentos espiralados na parede do elemento de vaso (420X). f, g. secções longitudinais tangenciais mostrando os espessamentos nas paredes dos elementos de vaso (420X).

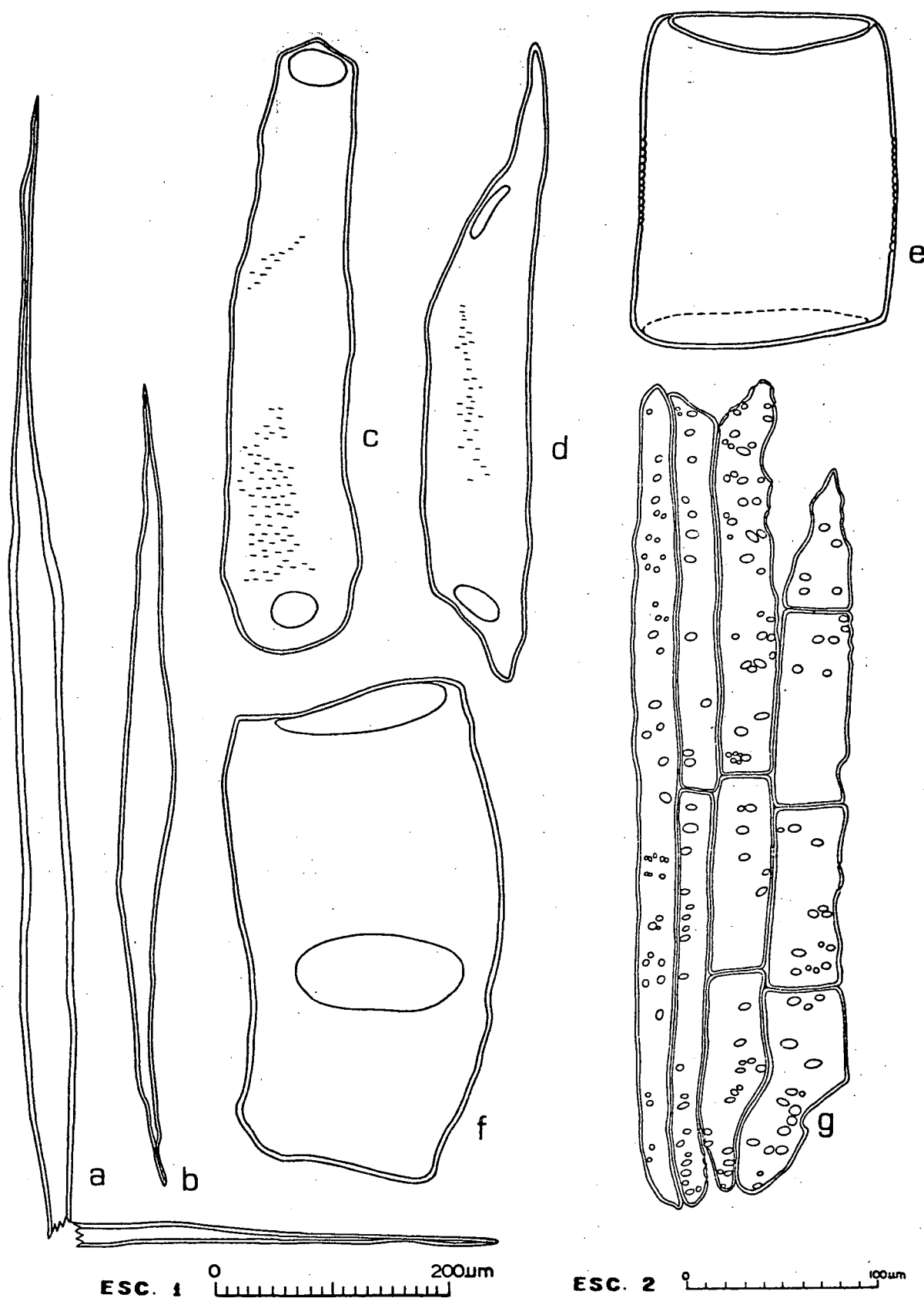


Figura 12. Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de *Guatteria australis*.
 a,b. fibras libriformes não septadas. c-f, elementos vasculares. g, células de parênquima axial seriado.
 (escala nº 1, a-f; escala nº 2, g).

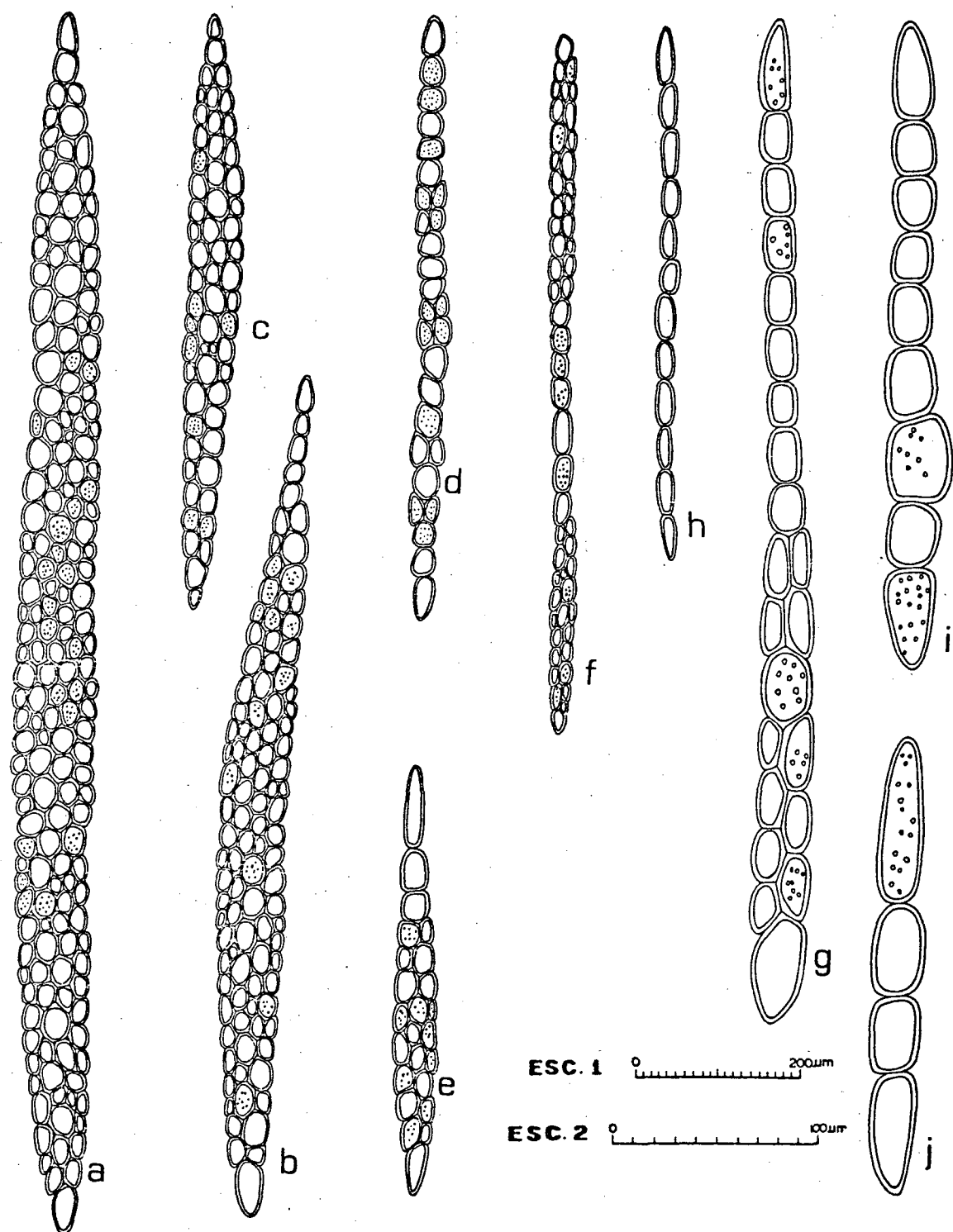


Figura 13. Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de *Guatteria australis* em secção longitudinal tangencial. a-g. raios multisseriados. h-j. raios unisseriados (escala nº 1, a-f, h; escala nº 2, g, i, j).

4.1.5. *Porcelia macrocarpa* (Warm.) R.E.Fries

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Caracteres gerais:

Madeira de cor amarela esbranquiçada (aproximadamente MUNSELL HUE 5 Y 8/4); alburno e cerne indistintos pela cor, dura ao ser cortada, brilhante, sem odor e sabor característicos, grã irregular e de textura fina.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

Poros: Em distribuição difusa uniforme (Figura 14.a), visíveis a olho nú, pequenos (em média 99 μ m de diâmetro), muito numerosos (em média 160 poros/10 mm²). Poros solitários menos freqüentes, múltiplos geralmente em agrupamentos radiais de 2 - 3 poros, não apresentando conteúdo. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples. Linhas vasculares normalmente retilíneas.

Parênquima axial: Pouco abundante; visível a olho nú, disposição apotraqueal em finas faixas regularmente espaçadas, do tipo reticulado tendendo a escalariforme.

Raios: Visíveis a olho nú, muito poucos (em média 23 raios/5 mm), médios em média 72 μ m de largura), baixos (em média 816 μ m), não estratificados. Espelhado dos raios contrastado.

Anéis de crescimento: Distintos, individualizados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras, devido ao espessamento das paredes das fibras.

Outros caracteres: Presença ocasional de canais secretores axiais de origem traumática. Máculas medulares e liber inclusive não foram observados.

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

Vasos: Compreendendo de 5 - 8 - 14% do volume total da madeira, em distribuição difusa uniforme (Figura 14.b). Poros de secção ovalada a poligonal, de poucos a numerosíssimos (2 - 16 - 53 poros/mm²), de pequenos a médios (28 - 99 - 163 µm de diâmetro), e de paredes medianamente espessas (3 - 4,2 - 8 µm); solitários menos frequentes, mais comumente em múltiplos radiais de 2 a 3 poros, ocasionalmente em agrupamentos diagonais ou racemiformes.

Elementos vasculares de muito curtos a longos (150 - 423 - 630 µm); apêndices geralmente presentes em ambas extremidades, curtos (10 - 53 - 200 µm), às vezes ausentes. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples (Figura 15.c - h), em disposição aproximadamente transversal ou levemente oblíqua. Paredes de vaso com espessura variando de 3 - 4,2 - 8 µm, não ornamentadas. Presença ocasional de conteúdo semelhante a gomo-resina em alguns poros.

Pontuações intervasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, ovaladas a levemente poligonais, de muito pequenas a médias (3 - 6,6 - 10 µm); abertura das pontuações horizontais, inclusas, formato lenticular, às vezes exclusas, coalescentes em até 2 pontuações (Figura 15.j).

Pontuações parênquimo-vasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, ovaladas a levemente achatadas ou elípticas, isoladas ou reunidas em campos de pontuações com até 3 pontuações; de pequenas a médias (5 - 7,6 - 10 μm); aberturas das pontuações horizontais, inclusas, lenticulares, ocasionalmente coalescentes em até 2 pontuações.

Pontuações rádio-vasculares: Em geral alterna, às vezes ligeiramente em disposição oposta, não ornamentadas, semelhantes às parênquimo-vasculares, de pequenas a médias (5 - 7,6 - 10 μm); abertura das pontuações horizontal inclusa a levemente oblíqua. Campo de pontuações reunindo até 4 pontuações em disposição horizontal ou diagonal.

Parênquima axial: Pouco abundante, compreendendo de 8 - 14 - 24% do volume da madeira; tipicamente em disposição apotraqueal do tipo reticulado a escalariforme em finas linhas concêntricas regularmente espaçadas, às vezes irregulares, descontínuas, freqüentemente com 1 a 2 células de largura. Células de parênquima axial retangulares com a maior dimensão no sentido vertical; também células com uma ponta afilada nas extremidades do parênquima axial seriado. Células com 68 - 143 - 268 μm de comprimento e 8 - 27 - 38 μm de diâmetro tangencial. Séries de parênquima axial com 250 - 447 - 570 μm de comprimento, em série de 2 - 3 - 4 células (Figura 15.1). As células do parênquima axial quando observadas em sec

ção longitudinal radial apresentam um aspecto estratificado.

Raios: Compreendendo em média 14% do volume total da madeira, raios homogêneos, normais, não estratificados; de muito poucos a pouco numerosos (2 - 4 - 7 raios/mm). As células das extremidades dos raios são usualmente maiores, mais altas e curtas, embora procumbentes.

Raios unisseriados menos freqüentes do que os multisseriados; de extremamente finos a finos (8 - 27 - 38 µm), de extremamente baixos a muito baixos (40 - 165 - 680 µm), e com 2 - 5 - 22 células de altura (Figura 16. e - g).

Raios multisseriados mais freqüentemente com mais de 4 células de largura (35% dos raios), tetrasseriados (30%), trisseriados (26%), bisseriados (9%); homogêneos (KRIBS Tipo II), de finos a largos (38 - 72 - 118 µm), de extremamente baixos a baixos (330 - 816 - 1930 µm), e com 11 - 28 - 61 células de altura (Figura 16. a - d).

Fibras: Tecido fibroso abundante, compreendendo de 55 - 59 - 64% do volume da madeira. Fibras libriformes, não septadas, não gelatinosas; pontuações inconspicuamente areoladas, mais abundantes nas faces radiais das paredes celulares; de extremamente curtas a muito longas (580 - 1357 - 2220 µm), de estreitas a médias (13 - 23 - 40 µm), e com paredes delgadas variando de 3 - 4,7 - 13 µm de espessura (Figura 15. a, b).

Outros caracteres: Presença ocasional de canais secretores axiais de origem traumática. Tubos laticíferos e taninf

feros, floema incluso e máculas medulares não foram constatados.

Anéis de crescimento individualizados por zonas de fibras com paredes mais espessas.

Inclusões orgânicas e inorgânicas: não foram observadas.

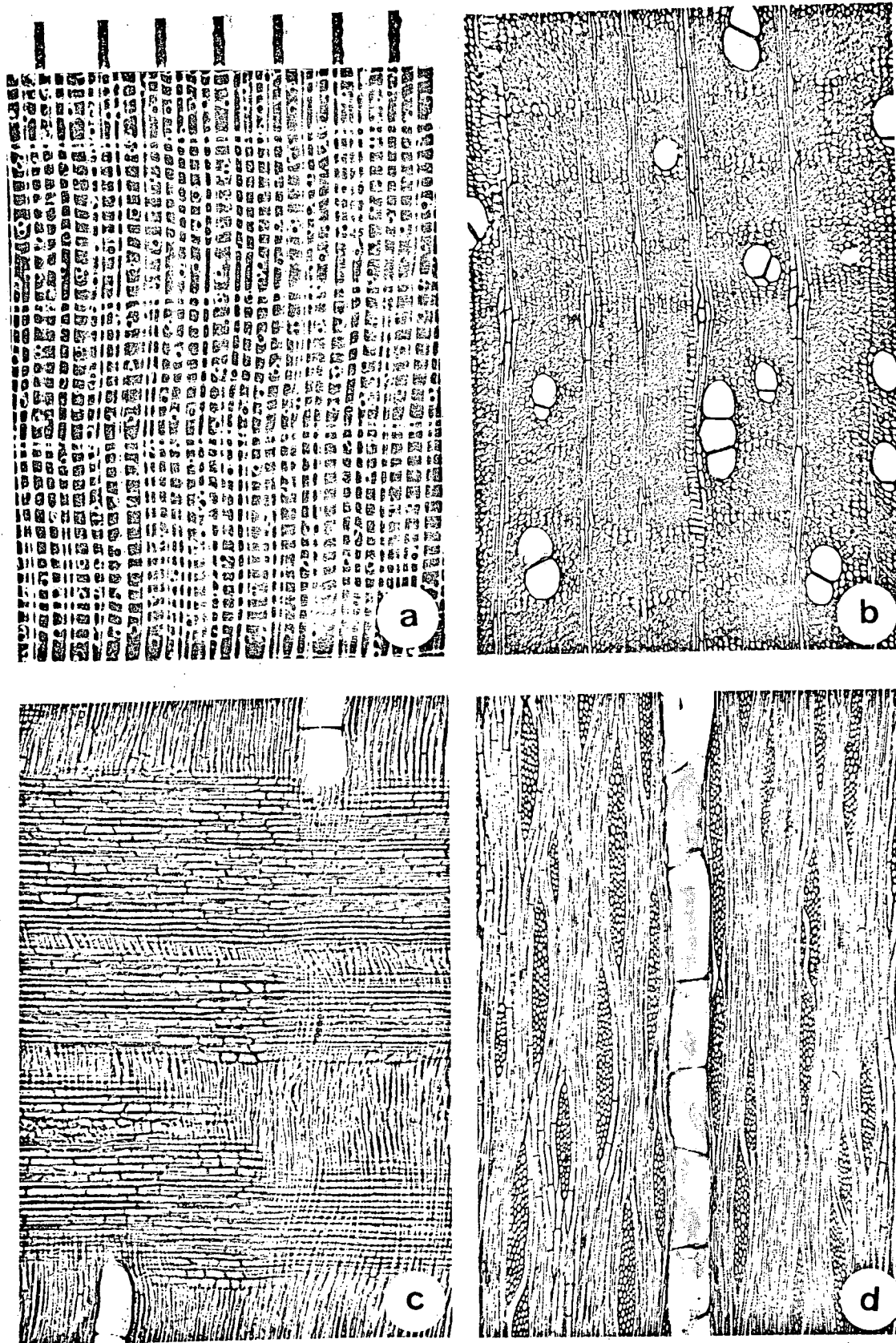


Figura 14. Aspectos anatômicos do xilema de *Porcelia macrocarpa*
 a. aspecto macroscópico do corte transversal (10X). b. secção transversal (50X). c. secção longitudinal radial (50X). d. secção longitudinal tangencial (50X).

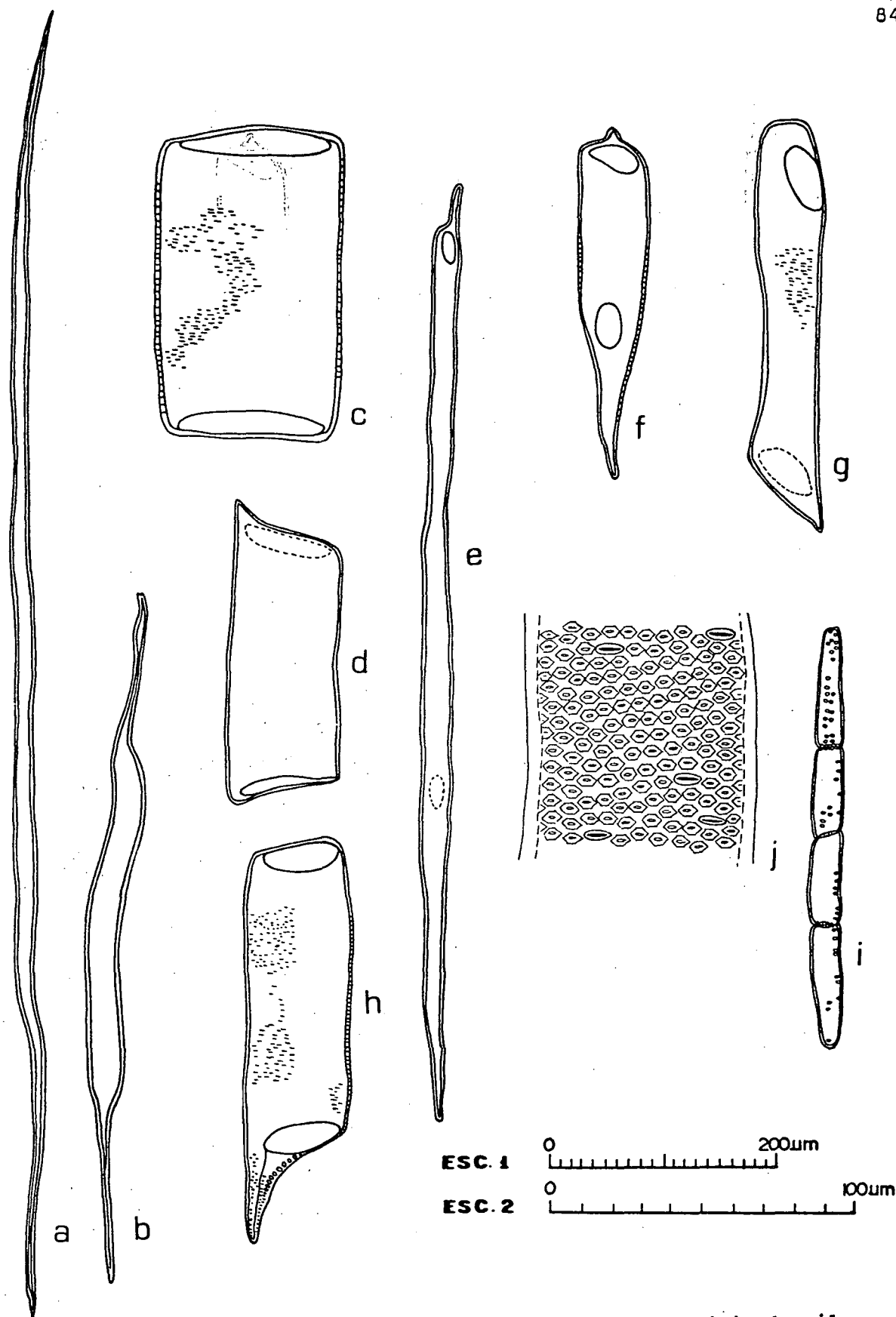


Figura 15. Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de *Porcelia macrocarpa*. a,b. fibras libriformes não septadas. c-h. elementos vasculares. i. célula de parênquima axial seriado. j. aspecto das pontuações intervasculares alternas (escala nº 1, a-i; escala nº 2, j).

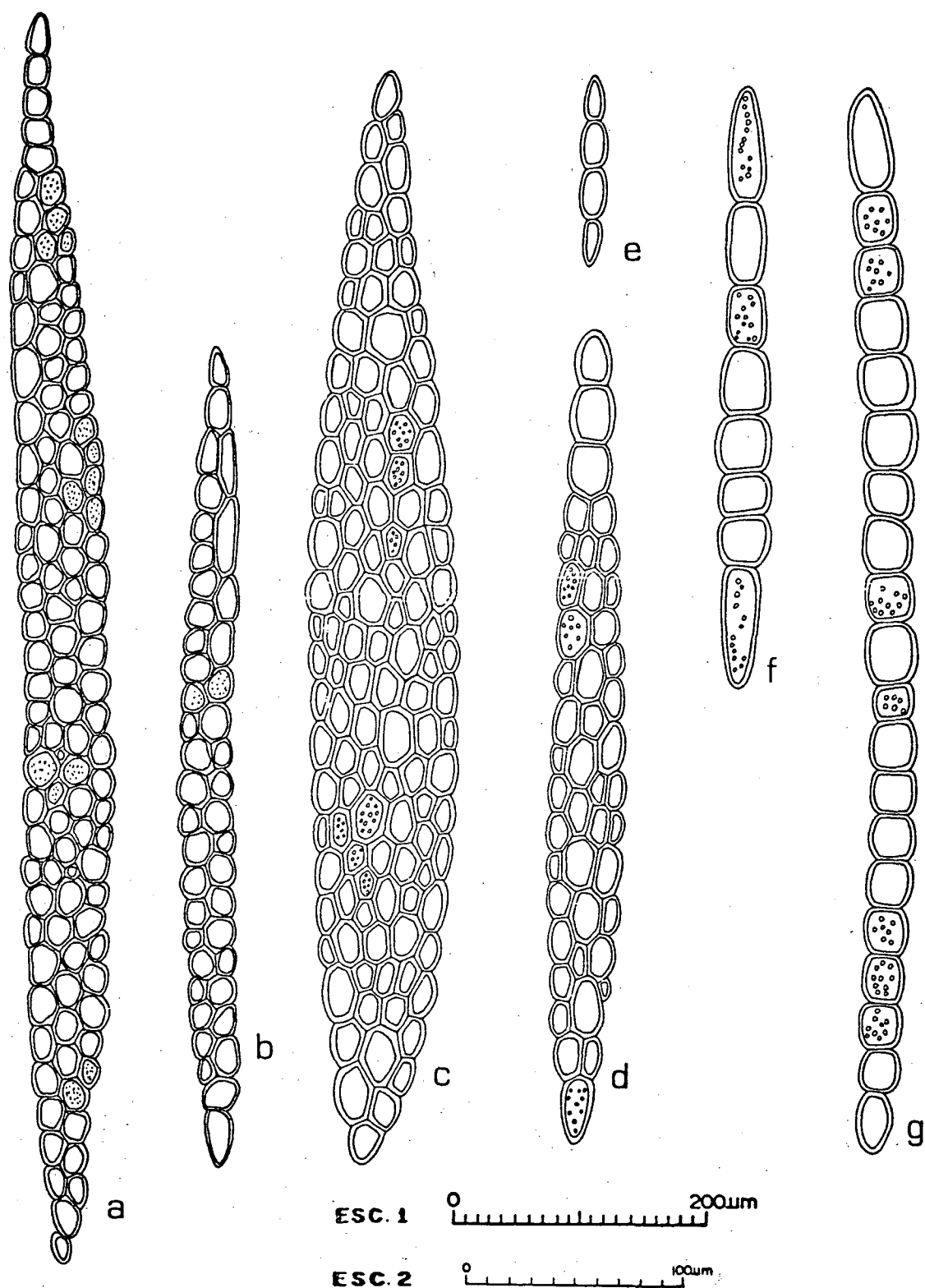


Figura 16. Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de *Porcelia macrocarpa* em secção longitudinal tangencial. a-d. raios multisseriados. e-g. raios unisseriados (escala nº 1, a. b; escala nº 2, c-g).

4.1.6. *Rollinia emarginata* Schlecht.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Caracteres gerais:

Madeira de cor amarela clara esverdeada a amarela clara acinzentada (MUNSELL HUE 5 Y 7/4 a 5 Y 8/6); alburno e cerne indistintos pela cor, macia ao corte, levemente brilhante, odor e sabor não caracterizados, grã direita e de textura fina.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

Poros: Em distribuição difusa uniforme (Figura 17.a); invisíveis a olho nú, numerosíssimos (em média 390 poros por 10 mm²), pequenos (em média 60 µm de diâmetro tangencial); poros solitários menos freqüentes; múltiplos mais freqüentes em agrupamentos radiais de 2 - 6 poros, ocasionalmente obstruídos por conteúdo de coloração marrom escura com aspecto semelhante a gomo-resina. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples. Linhas vasculares irregulares, ocasionalmente obstruídas por conteúdo de coloração marrom escura com aspecto de gomo-resina.

Parênquima axial: Pouco abundante, invisível a olho nú, porém facilmente visível com lupa de 10 X; disposição apotraqueal, em finas faixas concêntricas do tipo reticulado a escalariforme, regularmente espaçadas.

Raios: Visíveis a olho nú quando observados em secção trans

versal; poucos (em média 32 raios por 5 mm), médios (em média 62 μm de largura). No plano longitudinal tangencial são invisíveis a olho nú, baixos (em média 445 μm), não estratificados. Espelhado dos raios pouco contrastado.

Anéis de crescimento: Distintos, individualizados por zonas constituídas por fibras de paredes mais espessas.

Outros caracteres: Canais secretores axiais, horizontais, liber incluso e máculas medulares não foram observados.

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

Vasos: Compreendendo de 7 - 9 - 11% do volume da madeira, em distribuição difusa uniforme (Figura 17.6). Poros de secção circular a ovalada, às vezes poligonal, muito numerosos (7 - 39 - 90 poros/ mm^2), de extremamente pequenos a médios (28 - 60 - 103 μm de diâmetro); poros solitários menos freqüentes (32 - 39 - 47% dos poros), múltiplos mais comumente observados em agrupamentos radiais de 2 a 5, ocasionalmente 6 poros; paredes vasculares pouco espessas (3 - 3,7 - 5 μm).

Elementos vasculares de muito curtos a curtos, com (90-222 - 330 μm de comprimento); apêndices presentes em uma das extremidades, ocasionalmente em ambas, curtos (10 - 17 - 70 μm). Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples, em posição transversal a levemente oblíqua (figura 18. c-i). Alguns poros com conteúdo de aspecto resinoso, formando uma espécie de tampão, obstruindo parcialmente o vaso.

Pontuações intervasculares: Em distribuição alterna, não ornamentadas, ovaladas a levemente poligonais em algumas partes onde estão mais concentradas; aberturas das pontuações com formato lenticular, disposição horizontal, inclusas, não coalescentes (Figura 18. kl. Pontuações pequenas (3 - 5,6 - 8 μ m de diâmetro).

Pontuações parênquimo-vasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, ovaladas, em alguns trechos irregulares a poligonais; abertura lenticular, horizontal a levemente oblíqua, inclusa atingindo a uma das margens da área da pontuação. Pontuações de muito pequenas a médias (3 - 7,3 - 10 μ m de diâmetro).

Pontuações rádio-vasculares: Semelhantes às pontuações parênquimo-vasculares, em geral pequenas (3 - 6,2 - 10 μ m de diâmetro); ocasionalmente formando campos de pontuações com até 3 pontuações.

Parênquima axial: Compreendendo de 14 - 23 - 31% do volume da madeira; predominantemente apotraqueal do tipo reticulado a escalariforme, em finas faixas concêntricas com 1 a 2 células de largura, ocasionalmente paratraqueal vasicêntrico pouco abundante.

Células geralmente retangulares com a maior dimensão no sentido vertical, com 48 - 97 - 163 μ m de comprimento e 13 - 19 - 28 μ m de diâmetro tangencial. Séries de parênquima axial com 160 - 241 - 460 μ m de comprimento, em séries de 2 - 3 - 5 células de altura. As células das extremidades das séries de parênquima axial apresentam o aspecto afilado em uma de suas extremidades (Figura

18.jl. As células de parênquima axial quando observadas em secção longitudinal radial mostram um aspecto estratificado.

Raios: Compreendendo de 13 - 25 - 38% do volume da madeira; homogêneos (KRIBS Tipo II) a fracamente heterogêneos; raios normais mais freqüentes, às vezes agregados, não estratificados; de pouco a numerosos (3-6-10 raios/mm). Raios unisseriados menos freqüentes do que multisseriados, homogêneos; extremamente finos a muito finos (8-15 - 25 μ m); extremamente baixos (40 - 113 - 283 μ m), com 2-4 - 9 células de altura (Figura 19. h, i).

Raios multisseriados normalmente apresentando em suas margens células mais altas e curtas, porém procumbentes; às vezes, também algumas células levemente quadradas entremeadas nos raios. Presença ocasional nos raios multisseriados de células perfuradas de raio em partes uni e multisseriados (maiores detalhes, item 4.2).

Raios multisseriados mais freqüentemente trisseriados (47% dos raios), tetrasseriados (39%), bisseriados (9%), e raios com mais de 4 células de largura (5%); de extremamente baixos a baixos (210 - 455 - 1250 μ m); estreitos (28 - 62 - 113 μ m de largura), e com 8 - 20 - 63 células de altura (Figura 19. a-g).

Fibras: Tecido fibroso compreendendo de 33 - 42 - 55% do volume da madeira. Fibras libriformes, não septadas, não gelatinosas; com pontuações inconspicuamente areoladas, mais abundantes em faces radiais da parede celular; de extremamente curtas a curtas (380 - 811 - 1420 μ m), es

treitas (10 - 18 - 40 μ m de diâmetro), e de paredes delgadas (3 - 3,6 - 8 μ m)(Figura 18. a, b).

Outros caracteres: Canais secretores, tubos laticíferos e taniníferos, floema incluso e máculas medulares não foram observados.

Anéis de crescimento delimitado por zonas de fibras com paredes mais espessas.

Inclusões inorgânicas: Cristais, sílica e carbonato não foram observados.

Inclusões orgânicas: Presença de grânulos com aspecto semelhante a gomo-resina com coloração castanha-alaranjada, em células de parênquima radial.

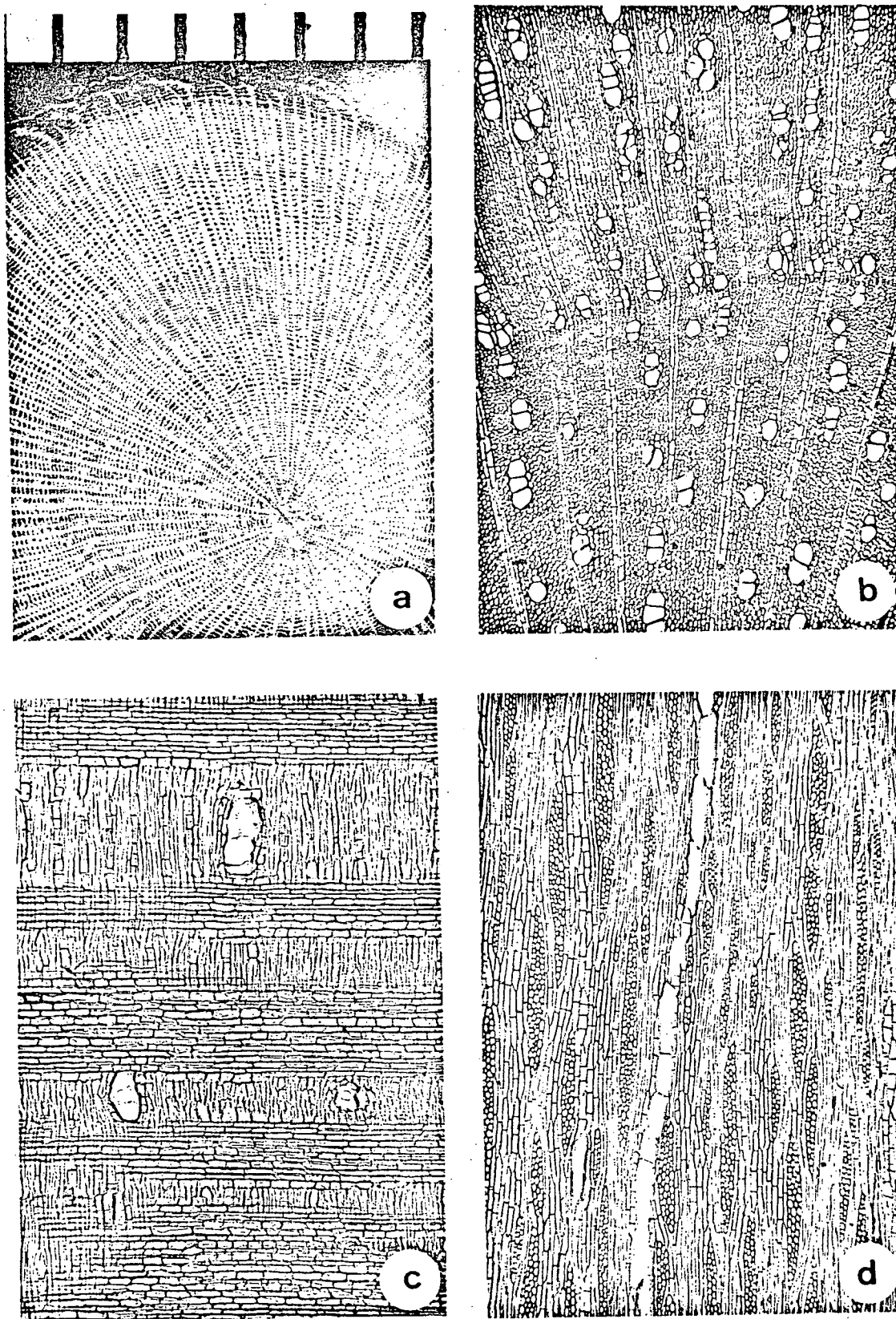


Figura 17. Aspectos anatômicos do xilema de *Rollinia emarginata*
 a. aspecto macroscópico do corte transversal (10X). b. secção transversal (50X). c. secção longitudinal radial (50X).
 d. secção longitudinal tangencial (50X).

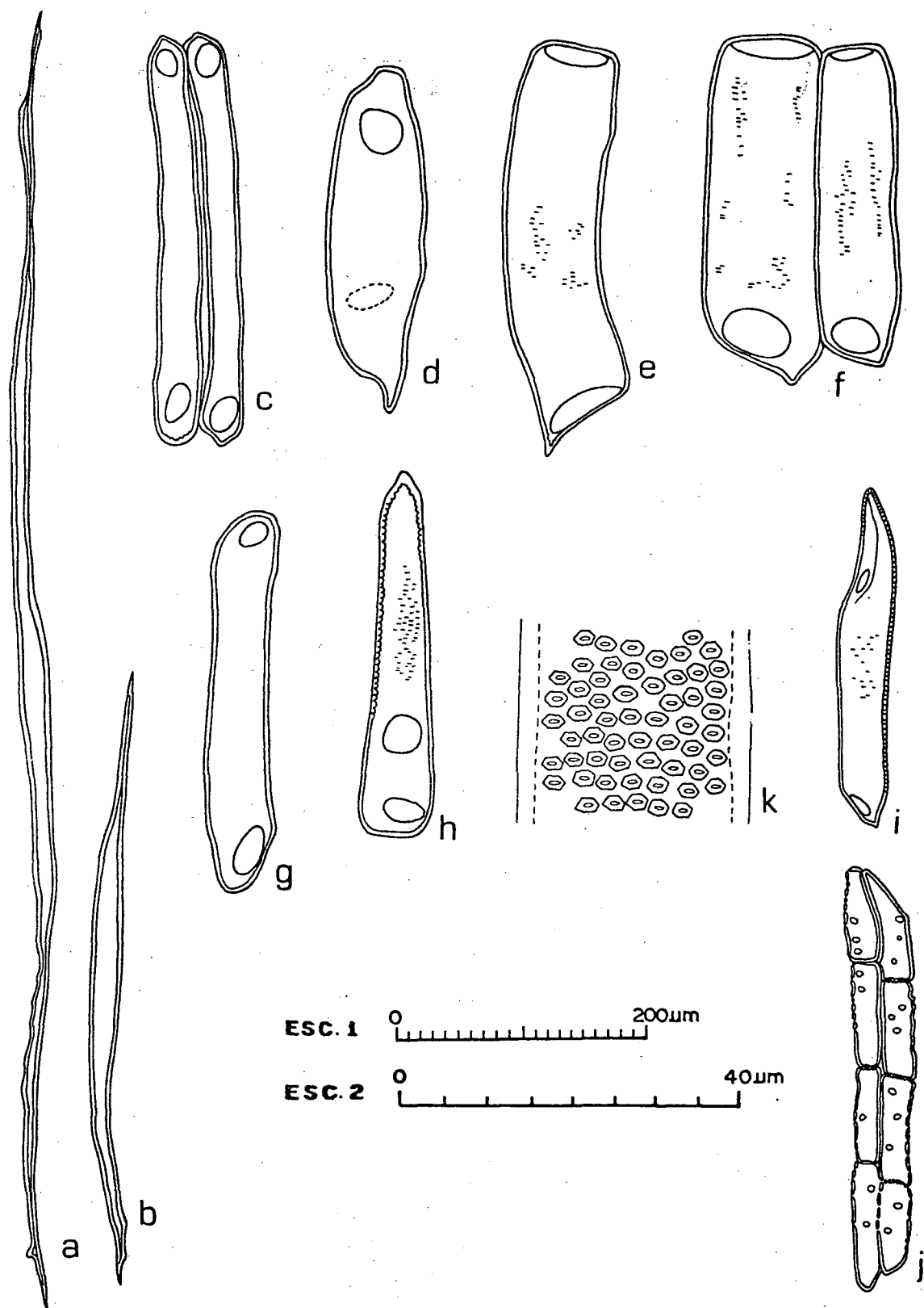


Figura 18. Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de *Rollinia emarginata*. a-b. fibras libriformes não septadas. c-i. elementos vasculares. j. células de parênquima axial seriado. k. aspecto das pontuações intervasculares alternas (escala nº 1, a-j; escala nº 2, k).

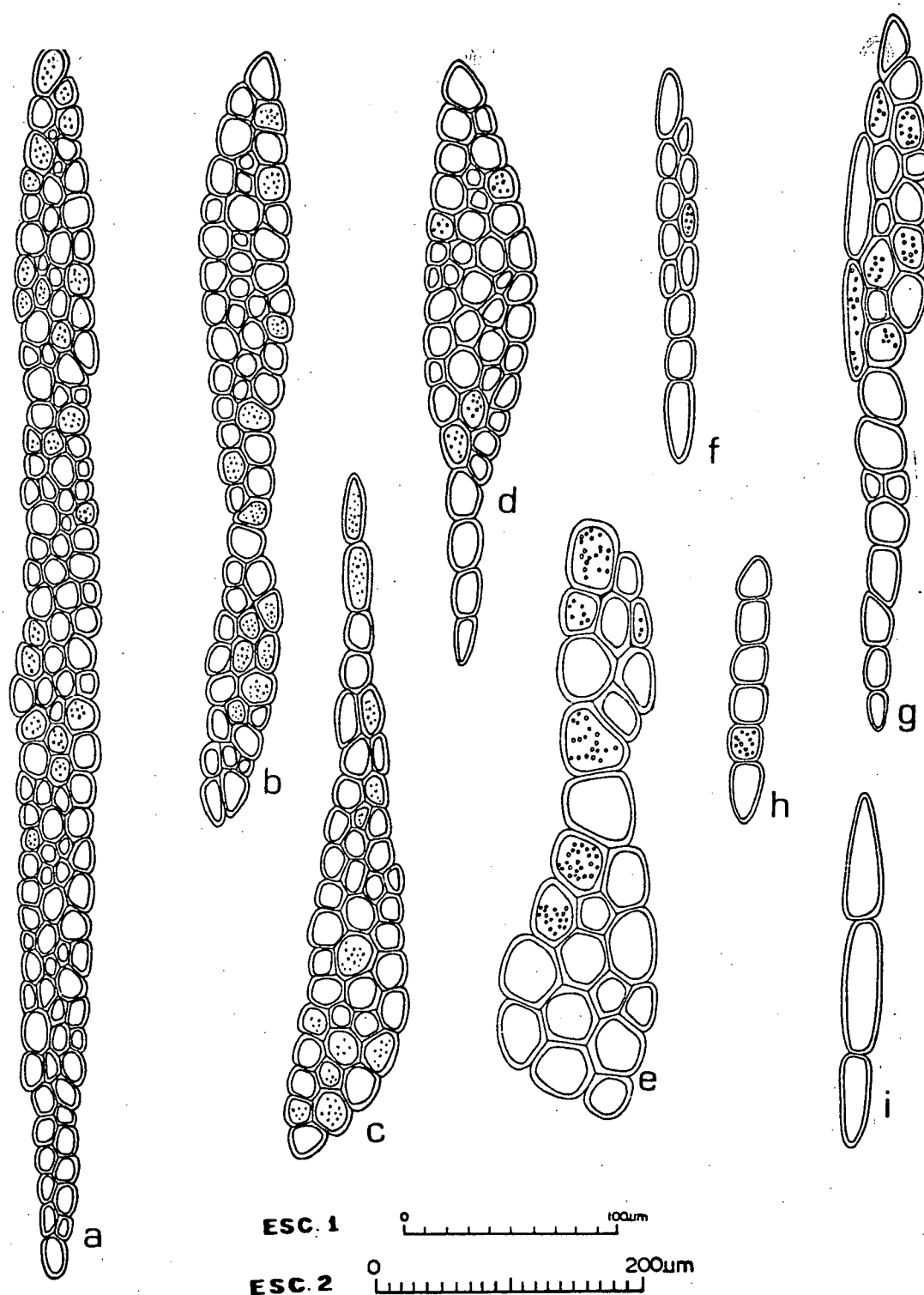


Figura 19. Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de *Rollinia emarginata* em secção longitudinal tangencial. a-g. raios multisseriados. h, i. raios unisseriados (escala nº 1, a-d; escala nº 2, e-i).

4.1.7. *Rollinia exalbida* (Vell.) Mart.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Caracteres gerais:

Madeira de cor amarela-palha (MUNSELL HUE 5 Y 8/6 mais claro); alburno e cerne indistintos pela cor, macia ao corte, levemente brilhante, sem odor e sabor característicos, grã direita e de textura fina.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

Poros: Em distribuição difusa uniforme (Figura 20.d), visíveis a olho nú com dificuldade, pequenos (em média 77 μm de diâmetro tangencial), muito numerosos (em média 210 poros/ 10 mm^2). Poros solitários menos freqüentes; múltiplos predominantemente em agrupamentos radiais de 2 - 5 poros, ocasionalmente obstruídos por uma substância de coloração marrom-alaranjada com aspecto de gomo-resina. Placa de perfuração simples. Linhas vasculares retilíneas bem distintas sem auxílio de lente nos planos longitudinais, parcialmente obstruídas.

Parênquima axial: Pouco abundante; invisível a olho nú, porém facilmente visível com auxílio de lupa com aumento de 10 X; em disposição apotraqueal, em estreitas faixas pouco espaçadas, de reticulado a escalariforme, formando com os raios um retículo fino e regular.

Raios: Raios visíveis a olho nú, quando observados no plano transversal, médios (em média com 58 μm de largura),

muito poucos (em média 23 raios/5 mm). No plano longitudinal tangencial são visíveis a olho nú, baixos (em média 614 μm de altura), não estratificados. Espelhado dos raios pouco contrastado.

Anéis de crescimento: Distintos, visíveis a olho nú, individualizados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras.

Outros caracteres: Canais secretores horizontais, verticais, liber incluso e máculas medulares não foram observados.

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

Vasos: Compreendendo de 7 - 11 - 19% do volume total da madeira; em porosidade difusa uniforme (Figura 20. a). Poros de pouco numerosos a muito numerosos (7 - 21 - 39 poros/ mm^2), de muito pequenos a médios (30 - 77 - 113 μm de diâmetro tangencial), poros solitários menos frequentes, (31 - 43 - 49% dos poros), circulares a ovalados; poros múltiplos mais freqüentes, ovais a levemente poligonais, frequentemente em arranjos radiais em agrupamentos de 2 a 4, ocasionalmente 5 poros, raramente em agrupamentos racemiformes.

Elementos vasculares de muito curtos a longos, com 160 - 338 - 520 μm ; apêndices ocorrendo geralmente em uma das extremidades, curtos (10 - 32 - 130 μm). Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples, normalmente em disposição oblíqua (Figura 21. c - il. Paredes vasculares não possuindo ornamentação, e espessura variando de 3 - 5 - 8 μm . Alguns poros com conteúdo de aspecto semelhante a gomo-resina, pouco denso, obstruindo parcialmente os poros.

Pontuações intervasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, formato ovalado a poligonal; abertura lenticular, disposição frequentemente horizontal, inclusa, ocasionalmente exclusiva, coalescente em até 2 pontuações. Pontuações de pequenas a médias (5 - 7,6 - 10 μ m de diâmetro) (Figura 21. k).

Pontuações parênquimo-vasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, formato ovalado a ligeiramente elíptico ou irregular. Aberturas lenticulares em disposição horizontal, inclusa, às vezes, atingindo a um dos bordos da aréola ou exclusiva, coalescendo em até 2 pontuações. Pontuações de muito pequenas a médias (3 - 7,4 - 10 μ m de diâmetro).

Pontuações rádio-vasculares: Semelhantes às pontuações parênquimo-vasculares, porém um pouco menores. Aberturas lenticulares, horizontais, inclusas, não coalescentes. Pontuações de pequenas a médias (5 - 6,6 - 8 μ m de diâmetro).

Parênquima axial: Compreendendo de 11 - 19 - 26% do volume da madeira, predominantemente apotraqueal em finas faixas concêntricas regularmente espaçadas, do tipo reticulado a escalariforme com 1 - 2 células de largura, ocasionalmente vasicêntrico pouco abundante. Células de parênquima axial frequentemente apresentando monocristais de oxalato de cálcio (Figura 20. e) com formato romboédrico e prismático, em células individuais ou em câmaras, constituindo séries cristalíferas. Células

com formato retangular mais comumente encontradas, apresentando a maior dimensão no sentido vertical. As células das margens das séries de parênquima axial apresentam uma das extremidades afilada (Figura 21.j). Altura das células variando de 38 - 125 - 223 μm e diâmetro 18 - 26 - 38 μm . Séries de parênquima com 250 - 394 - 870 μm , e com 2 - 4 - 11 células de altura. Células de parênquima axial, quando observadas em secção longitudinal radial, apresentam um aspecto estratificado.

Raios: Compreendendo de 13 - 19 - 26% do volume total da madeira; raios tipicamente homogêneos (KRIBS Tipo II), não estratificados, normais, de poucos a numerosos (2 - 4 - 7 raios/mm). Células das margens dos raios normalmente mais curtas e altas, porém procumbentes. Raios unisseriados menos freqüentes (9 - 13 - 17% dos raios), homogêneos, constituídos por células do tipo procumbentes; em média extremamente finos (8 - 13 - 25 μm), extremamente baixos (55 - 135 - 473 μm de altura), e com 2 - 5 - 19 células de altura (Figura 22. e - g).

Raios multisseriados mais freqüentemente tetrasseriados (49% dos raios), trisseriados (40%), raios com mais do que 4 células de largura (8%) e bisseriados (3%); homogêneos, de extremamente baixos a baixos (210 - 614 - 1580 μm), de muito finos a largos (25 - 58 - 113 μm), e com 9 - 26 - 64 células de altura (Figura 22. a - d).

Raios multisseriados ocasionalmente apresentando elemento vascular radialmente orientado, entre dois segmentos de vasos axiais (maiores detalhes, item 4.21).

Fibras: Tecido fibroso compreendendo de 45 - 50 - 56% do volume total da madeira. Fibras libriformes, não septadas e não gelatinosas; com pontuações inconspicuamente areoladas, mais abundantes nas faces radiais da parede celular; fibras de extremamente curtas a longas (510 - 1347 - 1970 μm), em média estreitas (13 - 23 - 48 μm); paredes delgadas, variando de 3 - 4,8 - 8 μm de espessura (Figura 21. a, b).

Outros caracteres: Canais secretores, tubos laticíferos e taniníferos, floema incluso e máculas medulares não foram observados.

Anéis de crescimento distintos, individualizados por zonas de fibras com paredes mais espessas.

Inclusões orgânicas: Presença ocasional de conteúdo com aspecto de gomo-resina, às vezes obstruindo parcialmente os poros.

Inclusões inorgânicas: Presença abundante de monocristais de oxalato de cálcio de formato romboédrico, quadrado e prismático em células do parênquima axial. Sílica e carbonato não foram observados.

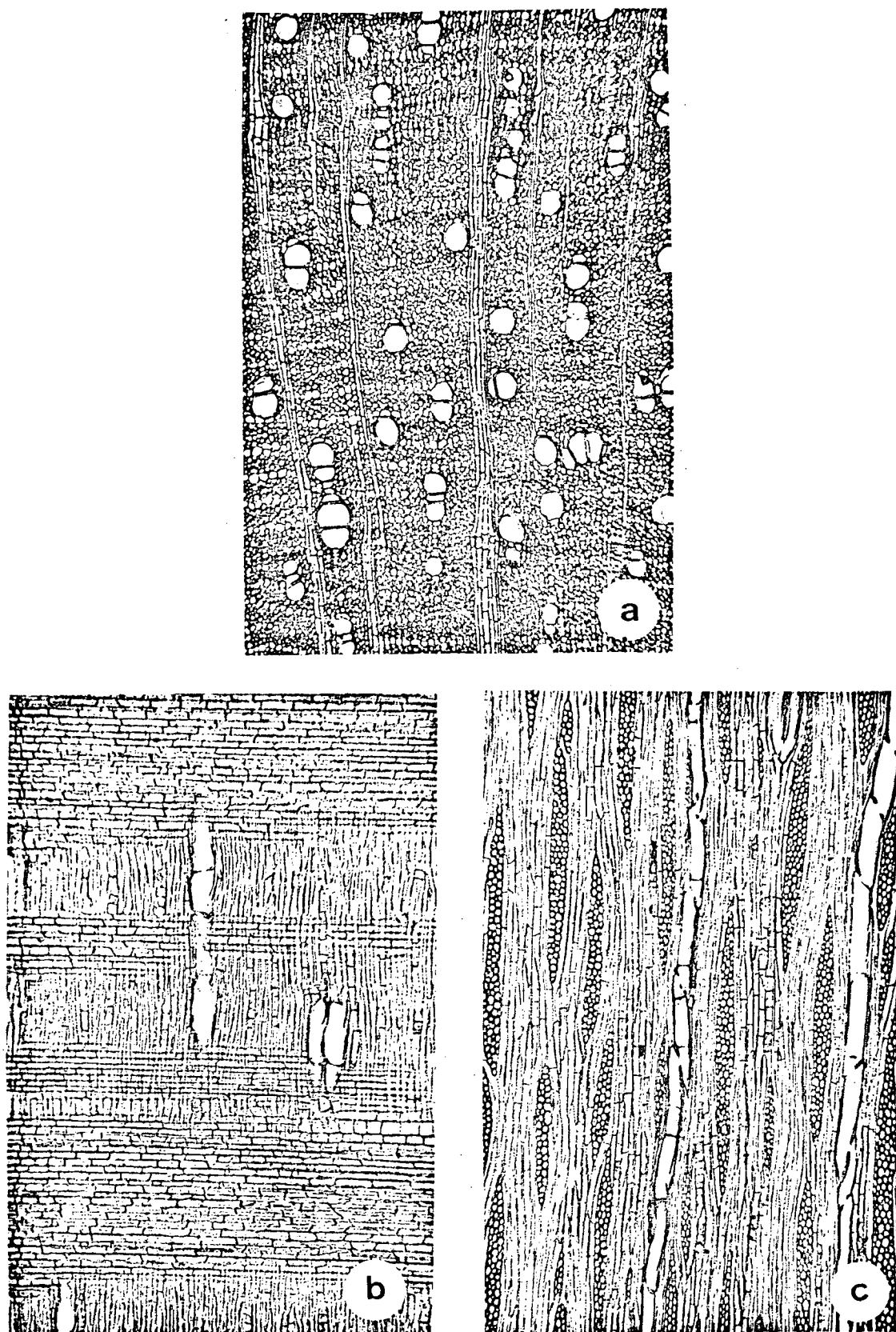


Figura 20. Aspectos anatômicos do xilema de *Rollinia exalbida*
 a. secção transversal (50X). b. secção longitudinal radial(50X).
 c. secção longitudinal tangencial (50X).

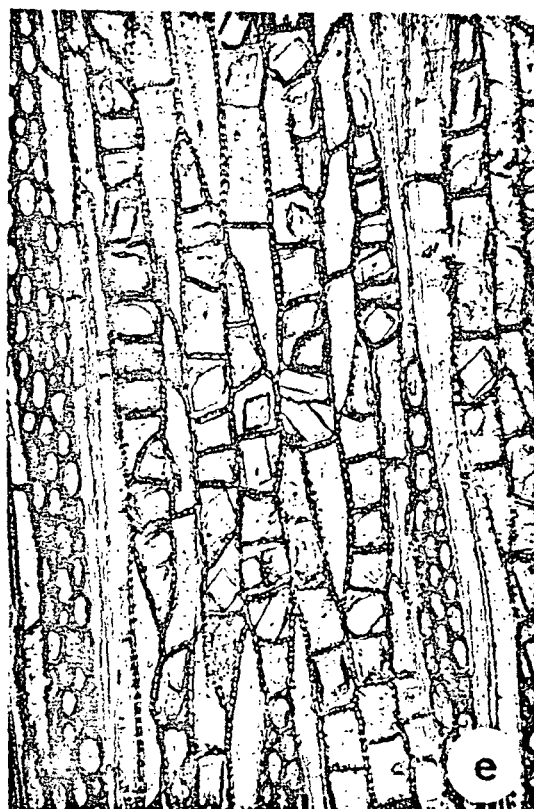
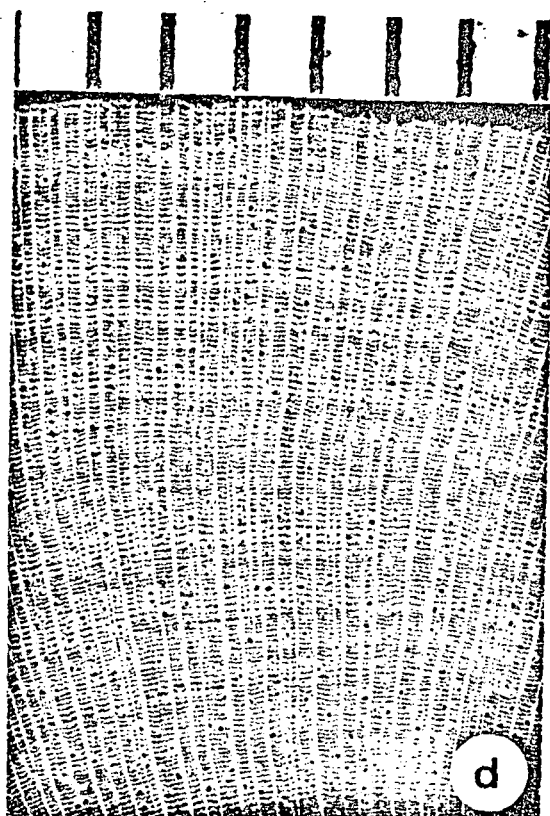


Figura 20. Aspectos anatômicos do xilema de *Rollinia exalbida*
d. aspecto macroscópico do corte transversal (10X). e. secção longitudinal tangencial mostrando monocristais de oxalato de cálcio em células do parênquima axial seriado (210X).

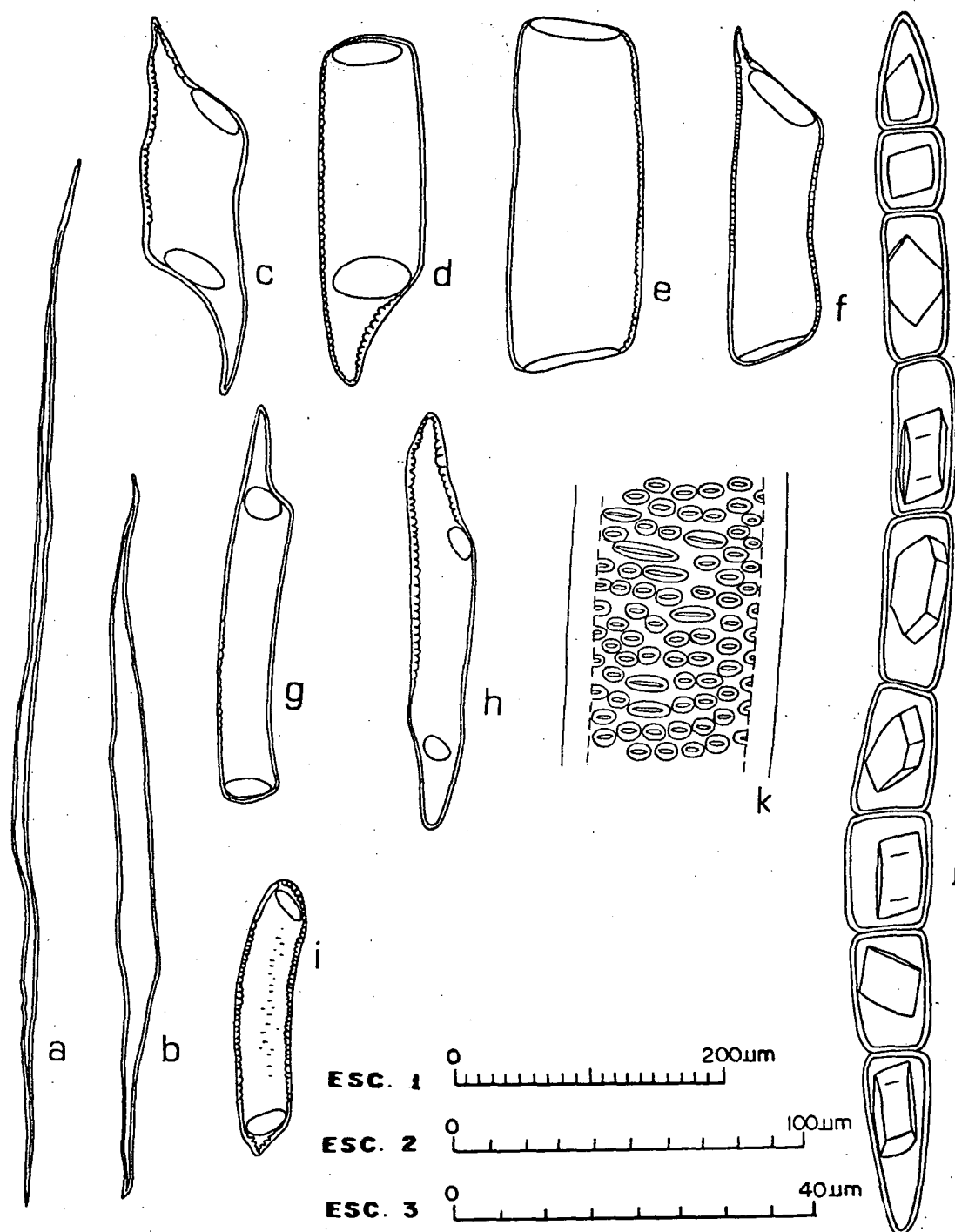


Figura 21. Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de *Rollinia exalbida*. a, b. fibras libriformes não septadas. c-i. elementos vasculares. j. célula de parênquima axial seriado com monocristais de oxalato de cálcio. k. aspecto das pontuações intervasculares alternas (escala nº 1, a-i; escala nº 2, j; escala nº 3, k).

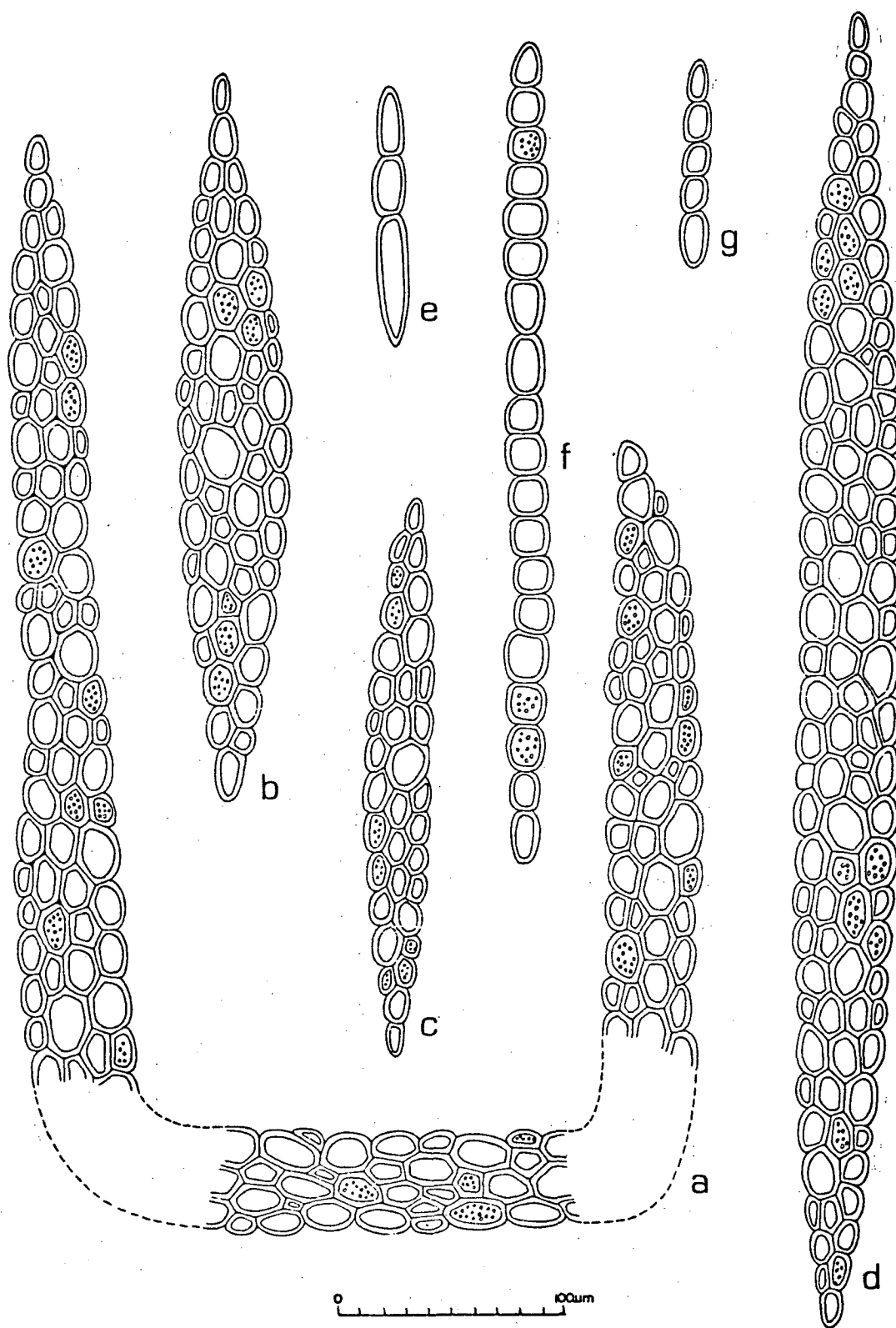


Figura 22. Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de *Rollinia exalbida* em secção longitudinal tangencial. a-d, raios multisseriados; e-g, raios unisseriados.

4.1.8. *Rollinia sericea* R.E. Fries

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Caracteres gerais:

Madeira de cor castanha clara acinzentada (MUNSELL HUE 2,5 Y 7/2) com matizes marrom escuro; alburno e cerne in distintos pela cor, macia ao corte, odor e sabor não caracterizados, grã direita e de textura média.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

Poros: Em distribuição difusa uniforme (Figura 23. a); visíveis a olho nú, pouco numerosos (em média 50 poros por 10 mm^2), médios (em média 133 μm de diâmetro tangencial), solitários mais freqüentes (em média 65% do total dos poros); múltiplos menos freqüentes, em agrupamentos radiais de 2 - 3 poros, não apresentando conteúdo. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples. Linhas vasculares retilíneas, desobstruídas.

Parênquima axial: Pouco abundante; invisível a olho nú; porém bem distinto com lupa ou lente de 10 X; disposição apotraqueal, em finas faixas concêntricas, às vezes irrregulares, do tipo reticulado tendendo a escalariforme.

Raios: Raios visíveis a olho nú, não estratificados, muito poucos (em média 24 raios por 5 mm), com largura média 59 μm , baixos (em média 631 μm). Espelhado dos raios contrastado.

Anéis de crescimento: Distintos, individualizados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras.

Outros caracteres: Canais secretores axiais, máculas medulares e liber incluso não foram observados.

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

Vasos: Compreendendo de 4 - 7 - 14% do volume total da madeira; em porosidade difusa uniforme (Figura 23. b). Poros em geral pouco numerosos (2 - 5 - 14 poros/mm²), de pequenos a médios (63 - 113 - 193 µm de diâmetro tangencial); poros solitários mais freqüentes (59 - 65 - 70% poros), formato circular a ovalado; poros múltiplos mais freqüentemente em agrupamentos radiais de 2 a 3 às vezes até 4 poros, de formato ovalado a ligeiramente poligonal.

Elementos vasculares de muito curtos a curtos (150 - 339 - 550 µm); apêndices geralmente presentes em uma extremidade, às vezes ausentes, curtos (10 - 27 - 160 µm). Placa de perfuração exclusivamente simples, em posição aproximadamente transversal. Paredes dos elementos vasculares sem ornamentação, com espessura variando de 3 - 4,2 - 8 µm (Figura 24 : d - j):

Pontuações intervasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, formato oval a levemente poligonal, abertura lenticular horizontal, inclusa; ocasionalmente exclusiva, coalescente em até 2 - 3 pontuações. Pontuações de pequenas a médias (5 - 7,1 - 8 µm de diâmetro (figura 24; l)).

Pontuações parênquimo-vasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, formato circular a ovalado; aberturas lenticulares, horizontais, inclusas, ocasionalmente coalescentes em 2 - 3 pontuações. Pontuações de pequenas a médias (5 - 7,4 - 10 μm de diâmetro).

Pontuações rádio-vasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, formato circular a ovalado; abertura lenticular, disposição horizontal, inclusa, ocasionalmente exclusiva, coalescente em 2 - 3 pontuações. Pontuações de pequenas a médias (5 - 6,6 - 10 μm de diâmetro).

Parênquima axial: Pouco abundante, compreendendo de 4 - 13-26% do volume total da madeira, predominantemente apotraqueal, em faixas concêntricas regularmente espaçadas do tipo reticulado a escalariforme, com 1 - 2 às vezes 3 células de largura. Ocasionalmente de faixas apotraqueais descontínuas tocando os vasos, e parênquima para-traqueal vasicêntrico pouco abundante. Células de parênquima axial predominantemente retangulares, com a maior dimensão no sentido vertical. As células das extremidades das séries de parênquima axial, com uma ponta afilada. Altura das células de 43 - 99 - 195 μm e diâmetro tangencial de 15 - 28 - 38 μm . Parênquima axial seriado com 220 - 378 - 500 μm de altura, em séries de 2 a 5 células (Figura 24. k). Células do parênquima axial com aspecto estratificado, quando observadas em secção longitudinal radial.

Raios: Compreendendo de 12 - 18 - 23% do volume total da ma

deira; raios homogêneos (KRIBS Tipo II), às vezes levemente heterogêneos, normais, não estratificados, de poucos a numerosos (3 - 5 - 8 raios/mm). Geralmente as células das margens são maiores, mais altas e curtas do que as demais do raio. Ocasionalmente células quadradas e eretas nas margens dos raios multisseriados. Raios unisseriados menos freqüentes (em média 14% dos raios), homogêneos; extremamente baixos (65 - 138 - 325 μ m), de extremamente finos a muito finos (8 - 14 - 28 μ m), e com 2 - 5 - 11 células de altura (Figura 25. e - h). Raios multisseriados mais freqüentemente tetrasseriados (48% dos raios), trisseriados (26%), raios com mais de 4 células de largura (24%) e bisseriados (2%); homogêneos a levemente heterogêneos, de extremamente baixos a baixos (280 - 631 - 1270 μ m), de muito finos a largos (25 - 59 - 103 μ m), e com 11 - 25 - 63 células de altura (Figura 25 . a - d).

Fibras: Tecido fibroso compreendendo de 46 - 61 - 72% do volume total da madeira. Fibras libriiformes, não septadas e não gelatinosas; pontuações inconspicuamente areoladas, mais abundantes nas faces radiais da parede celular; de extremamente curtas a longas (580 - 1012 - 1650 μ m), médias (15 - 33 - 58 μ m de diâmetro tangencial), com paredes delgadas (3 - 3,7 - 8 μ m de espessura) (Figura 24. a - c).

Outros caracteres: Canais secretores, tubos laticíferos e taniníferos, floema incluso e máculas medulares não foram observados.

Anéis de crescimento bem demarcados, individualizados por zonas de fibras de paredes mais espessas.

Inclusões orgânicas: Presença de conteúdo com aspecto mucilaginoso, de coloração castanha-alaranjada em células do parênquima radial; às vezes nas células do parênquima axial.

Inclusões inorgânicas: Cristais, sílica e carbonato não foram observados.

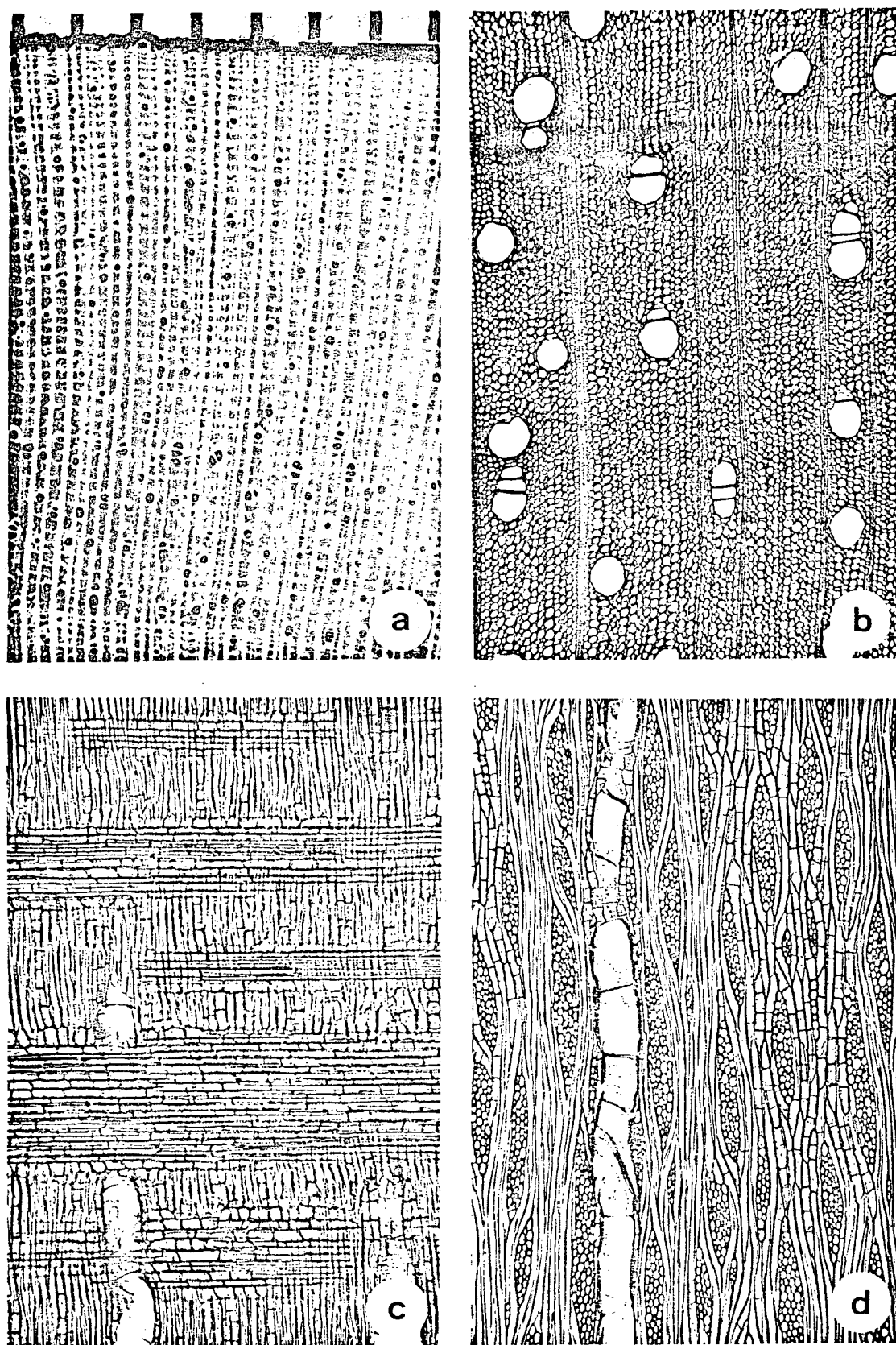


Figura 23. Aspectos anatômicos do xilema de *Rollinia sericea*
 a. aspecto macroscópico do corte transversal (10X). b. secção transversal (50X). c. secção longitudinal radial (50X). d. secção longitudinal tangencial (50X).

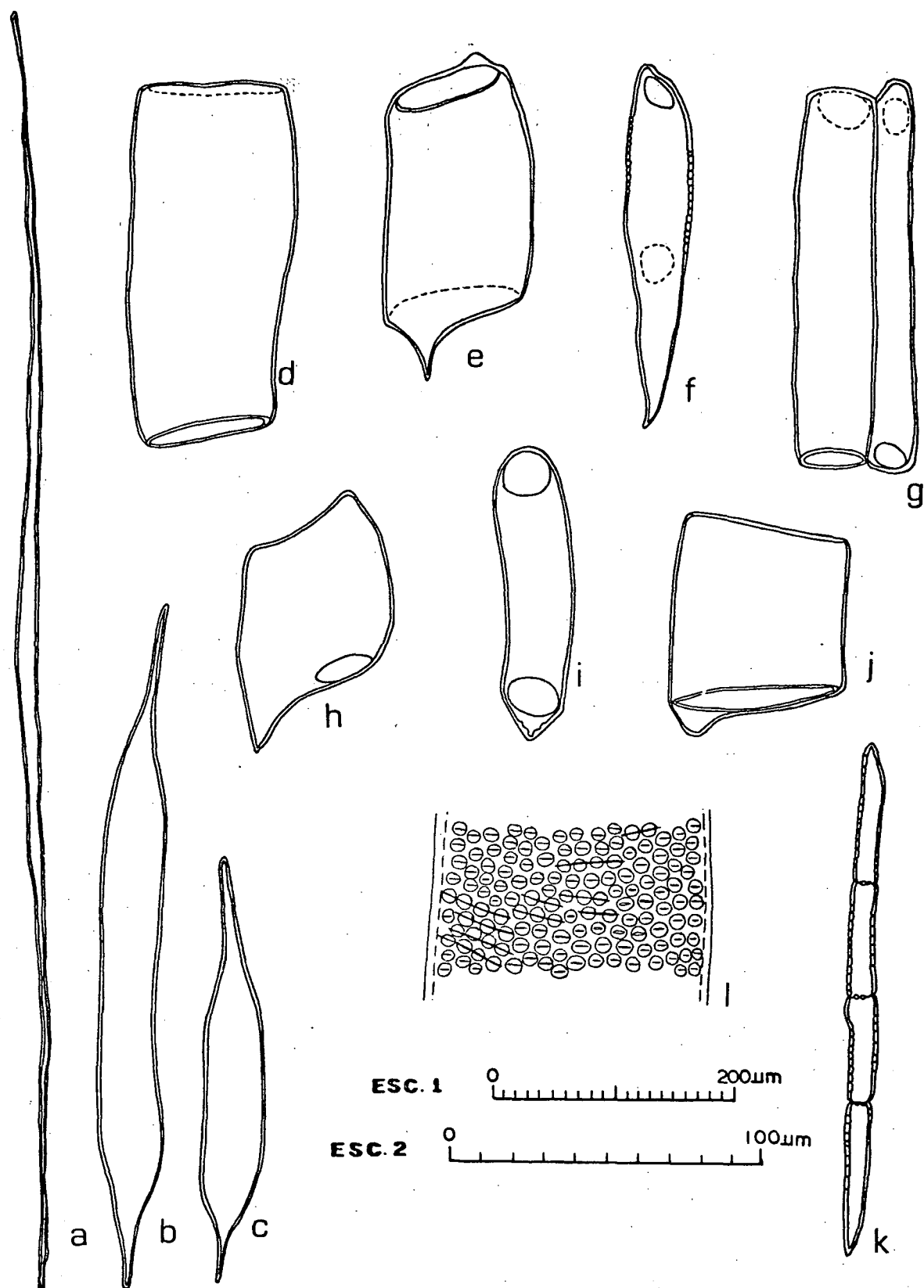


Figura 24. Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de *Rollinia sericea*. a-c. fibras libriformes não septadas. d-j. elementos vasculares. k. célula de parênquima axial seriado. l. aspecto das pontuações intervasculares alternas (escala nº 1, a-k; escala nº 2, l).

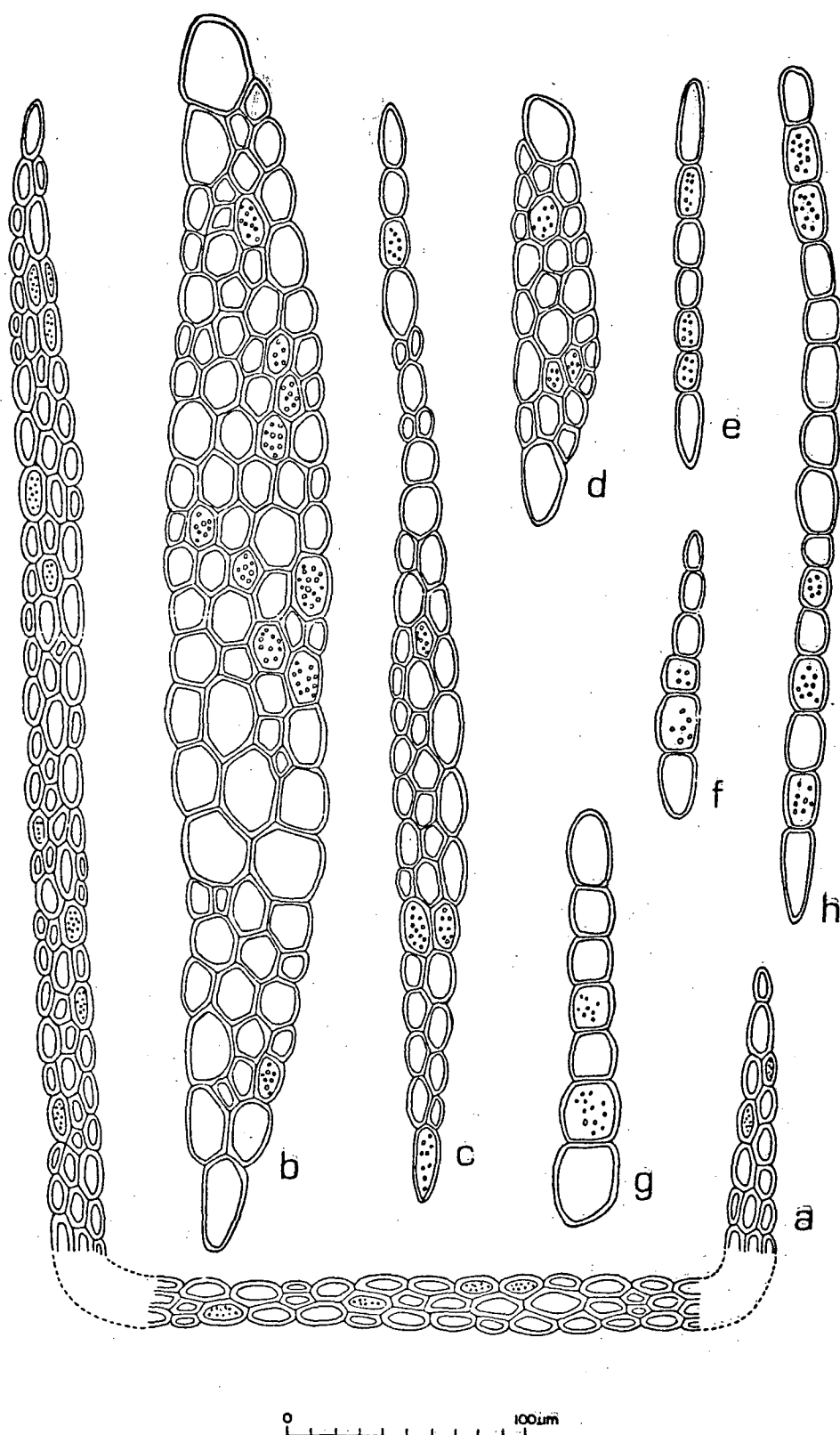


Figura 25. Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de *Rollinia sericea* em secção longitudinal tangencial.
a-d. raios multisseriados. e-h. raios unisseriados.

4.1.9. *Rollinia silvatica* R.E. Fries

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Caracteres gerais:

Madeira de cor castanha clara rosada (MUNSELL HUE 5 YR 7/2) a creme amarelada (MUNSELL HUE 2,5 Y 8/4; alburno e cerne indistintos pela cor, moderadamente dura ao ser cortada, levemente brilhante, odor e sabor não caracterizados, grã direita e de textura média.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

Poros: Em distribuição difusa uniforme (Figura 26.a), visível a olho nú, pequenos (em média 102 μ m de diâmetro tangencial), muito numerosos (em média 180 poros/10 mm²). Poros solitários mais freqüentes; os múltiplos principalmente em agrupamentos radiais de 2 - 3 poros, às vezes em arranjo tangencial. Filos ocasionalmente presentes em alguns poros; às vezes conteúdo pouco denso com coloração castanha escura com aspecto de gomo-resina obstruindo parcialmente os poros. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples. Linhas vasculares levemente irregulares.

Parênquima axial: Pouco abundante; invisível a olho nú; porém distintos com lente ou lupa de 10 X; disposição tipicamente apotraqueal em faixas estreitas, concêntricas, do tipo reticulado a escalariforme.

Raios: Invisíveis a olho nú quando observados em secção lon

gitudinal tangencial, porém bem visíveis nos outros planos; poucos (em média 26 raios/5 mm), médios (em média 63 μm de largura), baixos (em média 517 μm), não estratificados. Espelhado dos raios pouco contrastado.

Anéis de crescimento: Visíveis a olho nú, individualizados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras, devido à maior espessura das paredes das fibras.

Outros caracteres: Canais secretores horizontais, verticais, liber incluso e máculas medulares não foram observados.

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

Vasos: Compreendendo de 13 - 19 - 26% do volume total da madeira; em porosidade difusa uniforme (Figura 26. b). Poros numerosos (4 - 18 - 60 poros/ mm^2), de pequenos a médios (65 - 102 - 150 μm de diâmetro tangencial); poros solitários mais freqüentes (42 - 51 - 62% dos poros), de secção circular; poros múltiplos de secção ovalada a levemente poligonal, freqüentemente em arranjos radiais de 2 a 5, ocasionalmente 6 poros; às vezes, poros em agrupamentos racemiformes.

Elementos vasculares de muito curtos a curtos (180 - 330 - 480 μm); apêndices predominantemente em ambas extremidades, curtos (10 - 25 - 100 μm). Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples (Figura 27.d - i), em disposição oblíqua, às vezes transversal. Paredes dos elementos vasculares sem ornamentação com espessura de 3 - 4,4 - 5 μm . Poros com tilos ocasionais, e conteúdo com aspecto de gomo-resina pouco denso.

Pontuações parênquimo-vasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas; formato ovalado a poligonal; aberturas lenticulares, em disposição horizontal a levemente oblíqua, inclusas até amplas atingindo uma das margens da aréola, raramente coalescentes em até 2 pontuações. Pontuações de pequenas a médias (5 - 7,1 - 8 μ m de diâmetro).

Pontuações intervasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas; ovaladas a levemente poligonais; abertura lenticular, disposição horizontal a oblíqua, inclusa, às vezes exclusiva, coalescente em 2 a 4 pontuações. Pontuações de pequenas a médias (5 - 7,3 - 8 μ m de diâmetro).

Pontuações rádio-vasculares: Em disposição alternas, não ornamentadas, circulares a ovaladas; aberturas lenticulares, em disposição horizontal a oblíqua, inclusa, não coalescentes. Pontuações de pequenas a médias (5 - 7 - 8 μ m de diâmetro).

Parênquima axial: Compreendendo de 16 - 24 - 32% do volume total da madeira; tipicamente apotraqueal, em finas faixas concêntricas com 1 a 3 células de largura, tendendo de reticulado a escalariforme; ocasionalmente, do tipo paratraqueal vasicêntrico escasso (Figura 26. b) . Células de parênquima axial predominantemente retangulares com a maior dimensão no sentido vertical. Células das extremidades das séries de parênquima axial, com uma das extremidades afiladas (Figura 27. j, k). Altura das células variando de 68 - 121 - 195 μ m e diâmetro tangen

cial de 18 - 27 - 38 μm . Séries de células de parênquima axial com 250 - 341 - 450 μm de altura, em séries de 2 - 3 - 4 células. As células de parênquima axial quando observadas em secção longitudinal radial apresentam um aspecto estratificado.

Raios: Compreendendo de 16 - 19 - 22% do volume total da madeira; raios predominantemente homogêneos (KRIBS Tipo II), poucos agregados, normais mais freqüentes, não estratificados; de poucos a numerosos (3 - 5 - 9 raios / mm). Raios unisseriados menos freqüentes (2 - 4 - 7% dos raios), homogêneos, ocasionalmente tendendo a fracamente heterogêneos, com as células das margens mais curtas e altas, quase eretas; raios extremamente baixos (30 - 106 - 109 μm), muito finos (8 - 15 - 25 μm) e com 1 - 4 - 9 células de altura (Figura 28. g - j).

Raios multisseriados mais freqüentemente tetrasseriados (52% dos raios), com mais de 4 células de largura (34%), trisseriados (12%) e bisseriados (2%); homogêneos, ocasionalmente heterogêneos com as células marginais normalmente maiores e mais curtas, embora procumbentes e com algumas células quadradas misturadas. Raios de extremamente baixos a baixos (190 - 517 - 1070 μm), de muito finos a largos (28 - 63 - 113 μm), com 7 - 23 - 48 células de altura e 2 - 4 - 6 células de largura (Figura 28. a - f).

Fibras: Tecido fibroso compreendendo de 31 - 38 - 49% do volume total da madeira. Fibras não septadas, não gelatinosas; com pontuações inconspicuamente areoladas, mais

abundantes nas faces radiais da parede celular; de extremamente curtas a curtas (500 - 1027 - 1500 μm), de estreitas a largas (15 - 29 - 70 μm), com paredes muito delgadas variando de 3 - 3,3 - 5 μm de espessura (Figura 27. a - c).

Outros caracteres: Canais secretores, tubos laticíferos e taniníferos, floema incluso e máculas medulares não foram observados.

Anéis de crescimento distintos por fileiras de fibras com paredes mais espessas.

Inclusões orgânicas: Presença de conteúdo com aspecto de gomo-resina obstruindo parcialmente os vasos. Tilos ocasionalmente observados em alguns poros.

Inclusões inorgânicas: Cristais, sílica e carbonato não foram observados.

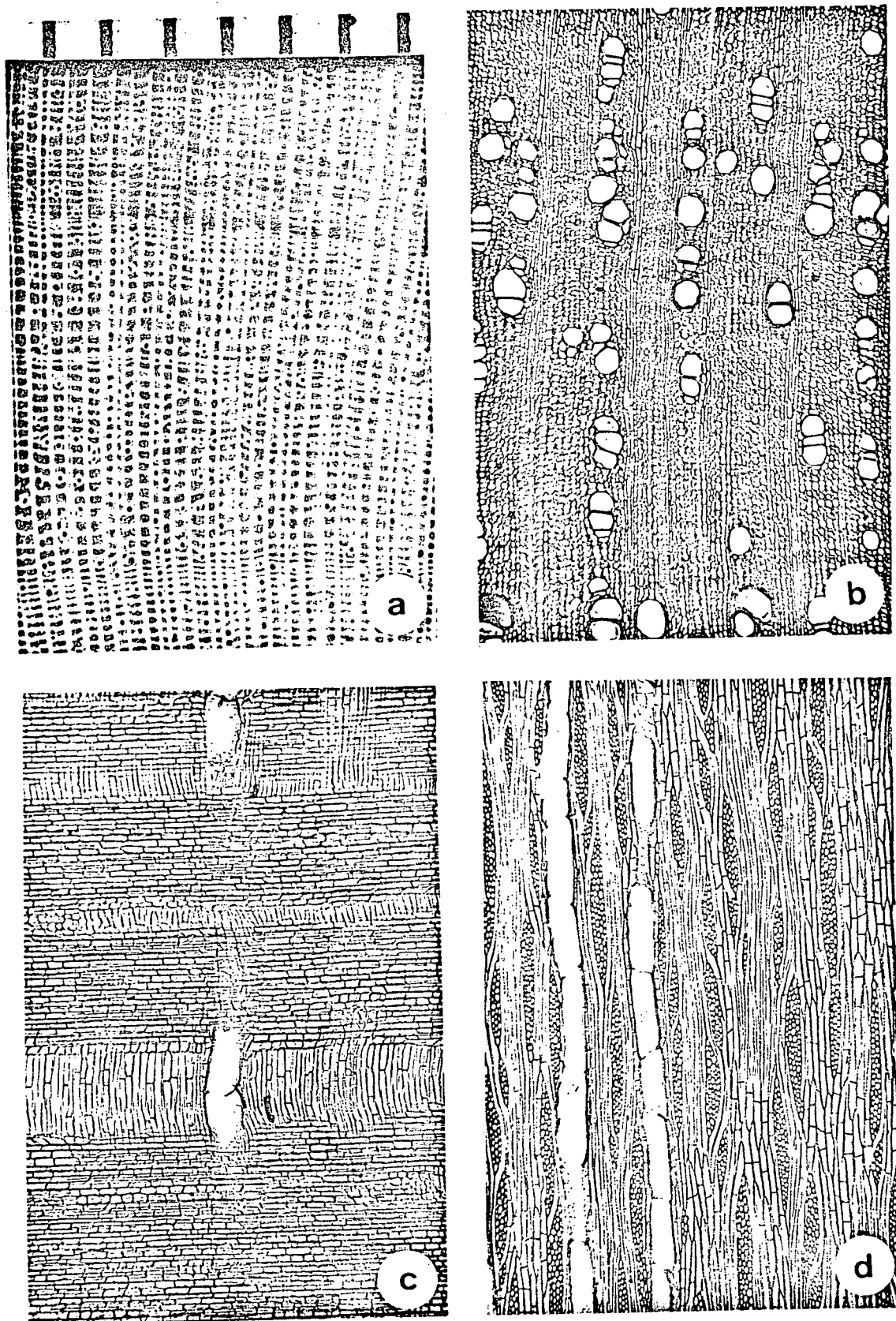


Figura 26. Aspectos anatômicos do xilema de *Rollinia silvatica*
 a. aspecto macroscópico do corte transversal (10X). b. seção transversal (50X). c. seção longitudinal radial (50X). d. seção longitudinal tangencial (50X).

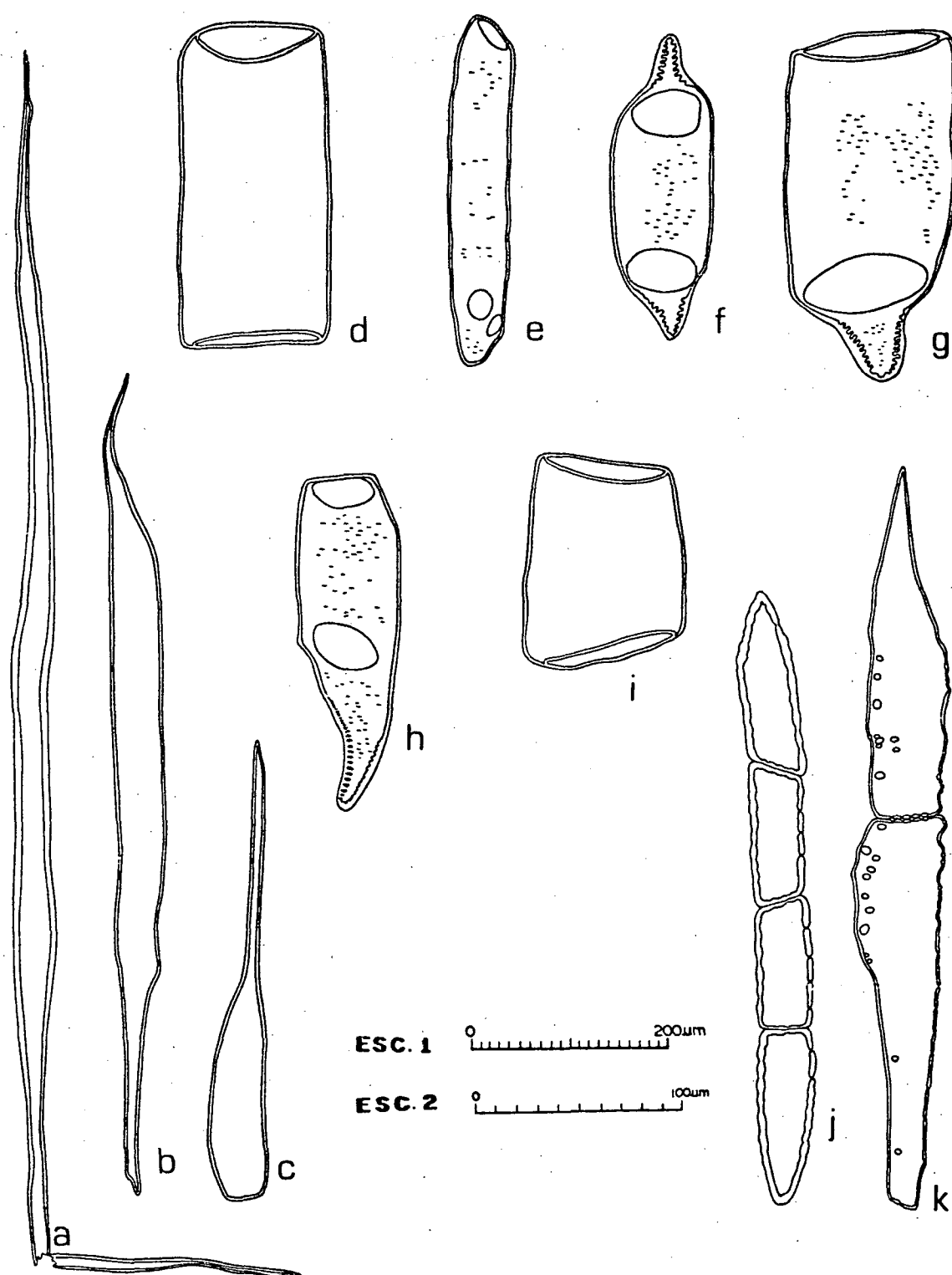


Figura 27. Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de *Rollinia silvatica*. a-c. fibras libriformes não septadas. d-i. elementos vasculares. j, k, células de parênquima axial seriado (escala nº 1, a-i; escala nº 2, j, k).

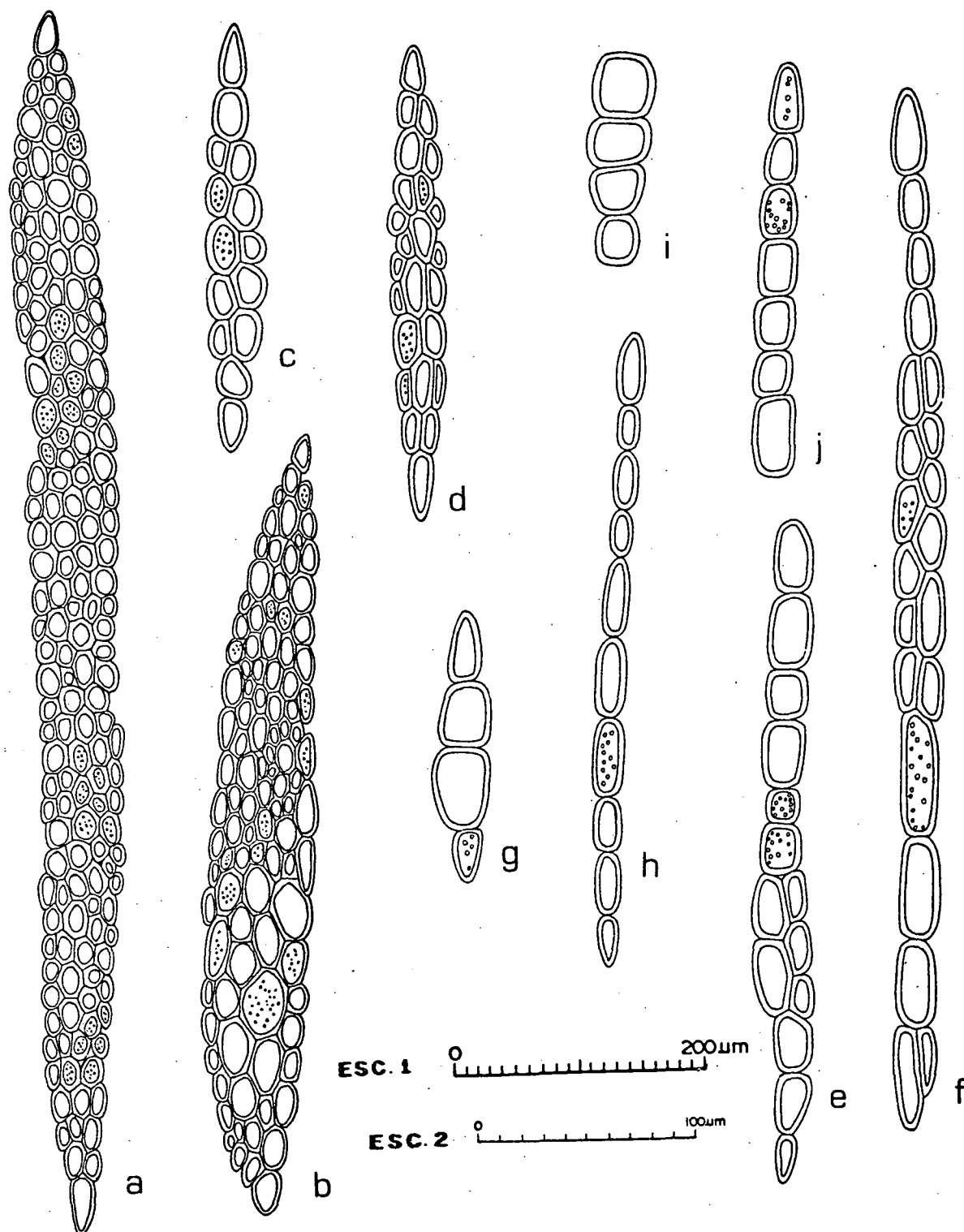


Figura 28. Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de *Rollinia silvatica* em secção longitudinal tangencial. a-f. raios multisseriados. g-j. raios unisseriados (escala nº 1, a, b; escala nº 2, c-j).

4.1.10. *Xylopia brasiliensis* Spr.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Caracteres gerais:

Madeira de cor creme-rosado-acetinado a creme-acinzentado (MUNSELL HUE 7,5 YR 7/4 - 7/2), às vezes com matizes esverdeados; alburno e cerne indistintos pela cor, moderadamente dura ao corte, brilhante, odor e sabor não caracterizados, grã direita e de textura média.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

Poros: Em distribuição difusa uniforme (Figura 29.a), visíveis a olho nú, médios (em média com 119 μ m de diâmetro tangencial), numerosos (em média 110 poros/10 mm²). Poros solitários menos freqüentes; múltiplos em agrupamentos radiais de 2 - 5 poros, ocasionalmente em múltiplos racemiformes. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples. Linhas vasculares retilíneas, distintas nas faces longitudinais, ocasionalmente apresentando conteúdo pouco denso, com aspecto de gomo-resina de coloração esbranquiçada.

Parênquima axial: Pouco abundante; visível a olho nú com dificuldade, mas facilmente observado com lupa ou lente de 10 X; disposição apotraqueal em finas faixas concêntricas regularmente espaçadas, do tipo reticulado a esalariforme.

Raios: Visíveis a olho nú quando observados no plano trans

versal, finos (em média 36 μm de largura), poucos (em média 34 raios/5. mm). No plano longitudinal tangencial são invisíveis a olho nú, porém visíveis sob lente de 10 X, baixos (em média 1009 μm de altura), não estratificados. Espelhado dos raios contrastado.

Anéis de crescimento: Distintos, individualizados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras.

Outros caracteres: Canais secretores horizontais, verticais, liber, incluso e máculas medulares não foram observados.

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA

Vasos: Compreendendo de 8 - 11 - 15% do volume total da madeira; em disposição difusa uniforme (Figura 29. b). Poros de secção ovalada a poligonal, de poucos a muitos numerosos (4 - 11 - 27 poros/ mm^2), de pequenos a grandes (55 - 119 - 238 μm de diâmetro tangencial), e de paredes pouco espessas (3 - 5,2 - 8 μm); solitários menos freqüentes, mais comuns múltiplos em agrupamentos radiais de 2 a 5, ocasionalmente 6 poros; alguns em arranjos racemiformes com poros de diâmetros variados.

Elementos vasculares de curtos a muito longos (370 - 551 - 850 μm); com apêndices presentes em ambas extremidades, curtos (10 - 55 - 250 μm), ocasionalmente ausentes. Ausência de ornamentação nas paredes vasculares. Placa de perfuração exclusivamente do tipo simples (Figura 30. b - g), em posição aproximadamente transversal nos elementos de vaso de maior diâmetro. Conteúdo nos poros pouco freqüente, com aspectos de gomo-resina.

Pontuações intervasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas; ovaladas a levemente poligonais, de pequenas a médias (3 - 5,3 - 8 μm). Aberturas das pontuações em formato circular a levemente lenticular; disposição horizontal, inclusas, ocasionalmente oblíquas, exclusas, coalescente em 2 - 3 pontuações (Figura 30.k).

Pontuações parênquimo-vasculares: Em disposição alterna, não ornamentadas, ovaladas; aberturas lenticulares dispostas horizontalmente, inclusas a levemente oblíquas, exclusas, coalescente em 2 pontuações; pontuações de pequenas a médias (5 - 6,1 - 8 μm de diâmetro).

Pontuações rádio-vasculares: Semelhantes às pontuações intervasculares, alternas, ovaladas; aberturas lenticulares, horizontais a levemente oblíquas, inclusas, ocasionalmente curtocoalescentes. Pontuações de pequenas a médias (3 - 5,2 - 8 μm de diâmetro).

Parênquima axial: Pouco abundante (aproximadamente 12% do volume total da madeira); disposição predominantemente apotraqueal, do tipo reticulado a escalariforme, em faixas concêntricas com 1 a 2 células de largura; ocasionalmente paratraqueal vasicêntrico, pouco abundante. Células de parênquima axial geralmente retangulares, com maior dimensão no sentido vertical, com 68 - 140 - 225 μm de comprimento e 13 - 23 - 50 μm de diâmetro tangencial. Também, células de parênquima axial com uma ponta afilada em uma de suas extremidades, ocorrendo normalmente nas margens das séries de parênquima axial.

Parênquima axial seriado com 440 - 611 - 800 μm de comprimento, em séries de 3 - 4 - 9 células de altura (Figura 30. h - j). As células de parênquima axial, quando vistas em secção longitudinal radial, apresentam um aspecto estratificado.

Raios: Compreendendo de 11 - 18 - 22% do volume total da madeira, não estratificados, geralmente homogêneos (KRIBS Tipo I e II); às vezes heterogêneos (KRIBS Tipo III), de poucos a numerosos (3 - 7 - 10 raios/mm), predominantemente normais, poucos agregados. As células das margens dos raios homogêneos ocasionalmente são mais altas e curtas formando uma fileira marginal, embora procumbentes. Os raios heterogêneos normalmente apresentam em suas margens curtas "colas" unisseriadas de 2 - 4 células de altura, constituídas por células eretas ou quadradas. Raios unisseriados pouco freqüentes, de 10 - 14 - 21% dos raios, de extremamente finos a muito finos (8 - 13 - 30 μm), de extremamente baixos a muito baixos (63 - 184 - 588 μm), e com 2 - 7 - 23 células de altura (Figura 31. d - f).

Raios multisseriados mais frequentemente trisseriados (80% dos raios), bisseriados (13%) tetrasseriados (7%); de muito finos a finos (20 - 36 - 50 μm), de extremamente baixos a medianos (350 - 1009 - 3070 μm), e com 17 - 48 - 147 células de altura (Figura 31. a - c).

Fibras: Tecido fibroso ocupando de 51 - 58 - 67% do volume total da madeira. Fibras libriformes, não septadas, não gelatinosas; pontuações inconspicuamente areoladas,

mais abundantes em faces radiais da parede celular; de extremamente curtas a longas (130 - 1081 - 1900 μm), de estreitas a largas (13 - 25 - 43 μm), e de paredes delgadas, variando de 3 - 5 - 10 μm de espessura (Figura 30. a).

Outros caracteres: Canais secretores, tubos laticíferos e taniníferos, floema incluso e máculas medulares não foram observados.

Anéis de crescimento distintos pelas faixas mais estreitas de fibras de paredes espessas, ocasionalmente achatadas no final do lenho tardio.

Inclusões orgânicas: Presença de substância com aspecto mucilaginoso, de coloração castanha-alaranjada em células dos raios.

Inclusões inorgânicas: Cristais, sílica e carbonato não foram observados.

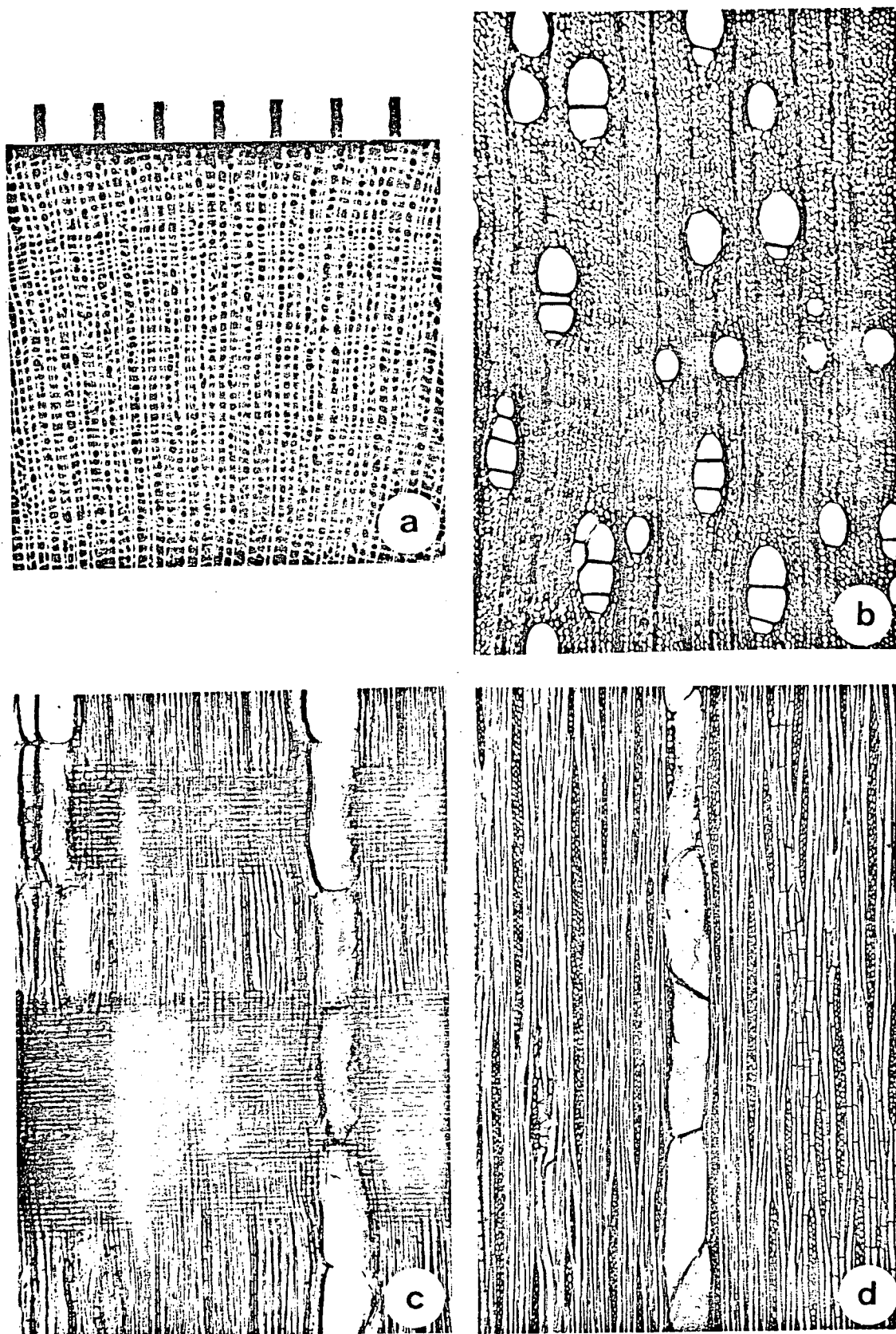


Figura 29. Aspectos anatômicos do xilema de *Xylopia brasiliensis*
 a. aspecto macroscópico do corte transversal (10X). b. secção transversal (50X). c. secção longitudinal radial (50X). d. secção longitudinal tangencial (50X).

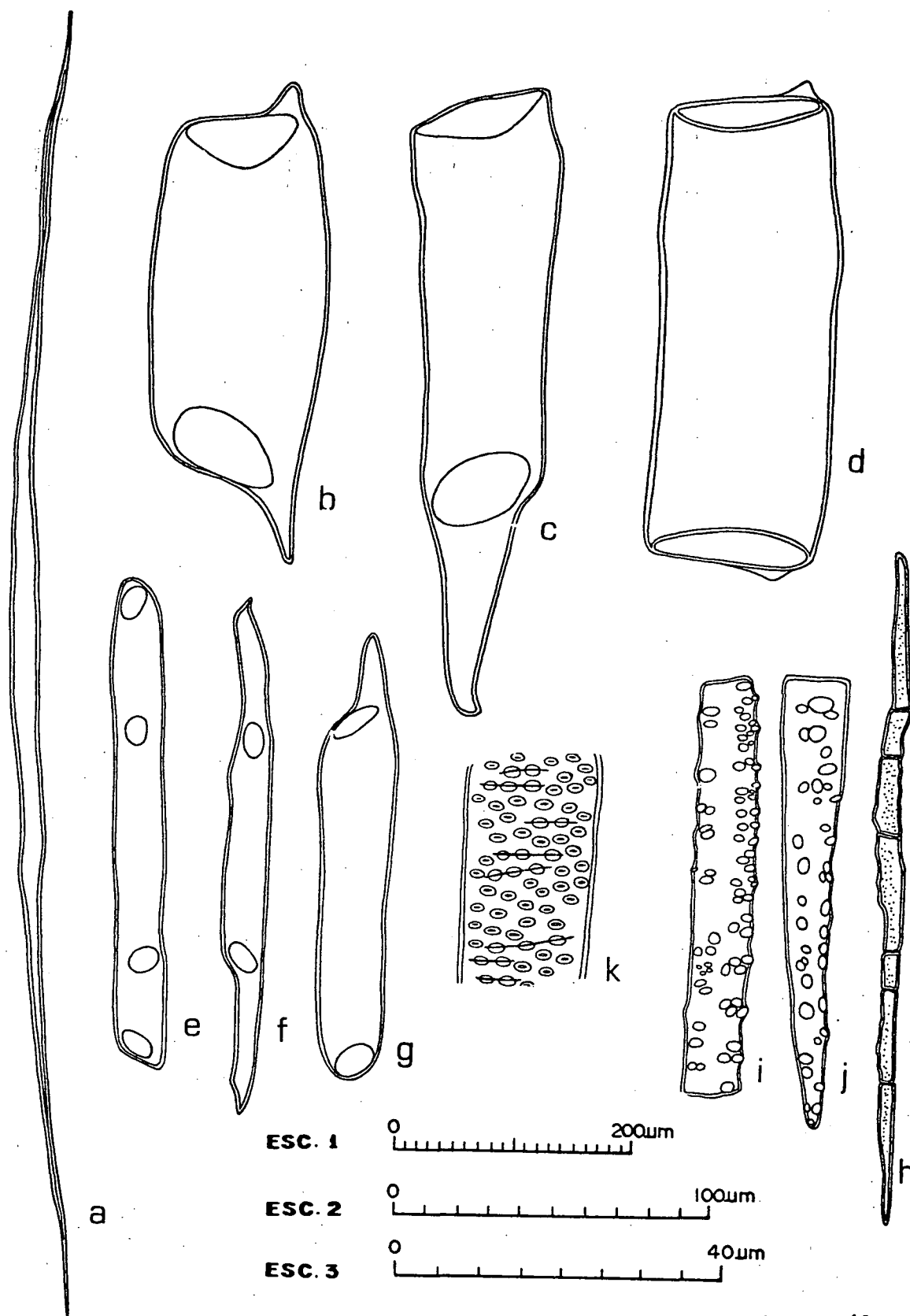


Figura 30. Detalhes anatômicos dos elementos celulares axiais do xilema de *Xylopiã brasiliensis*. a. fibra libriforme não septada. b-g. elementos vasculares. h. célula de parênquima axial seriado. i, j. células individuais de parênquima axial. k. aspecto das pontuações intervasculares alternas (escala nº 1, a-h; escala nº 2, i, j; escala nº 3, k).

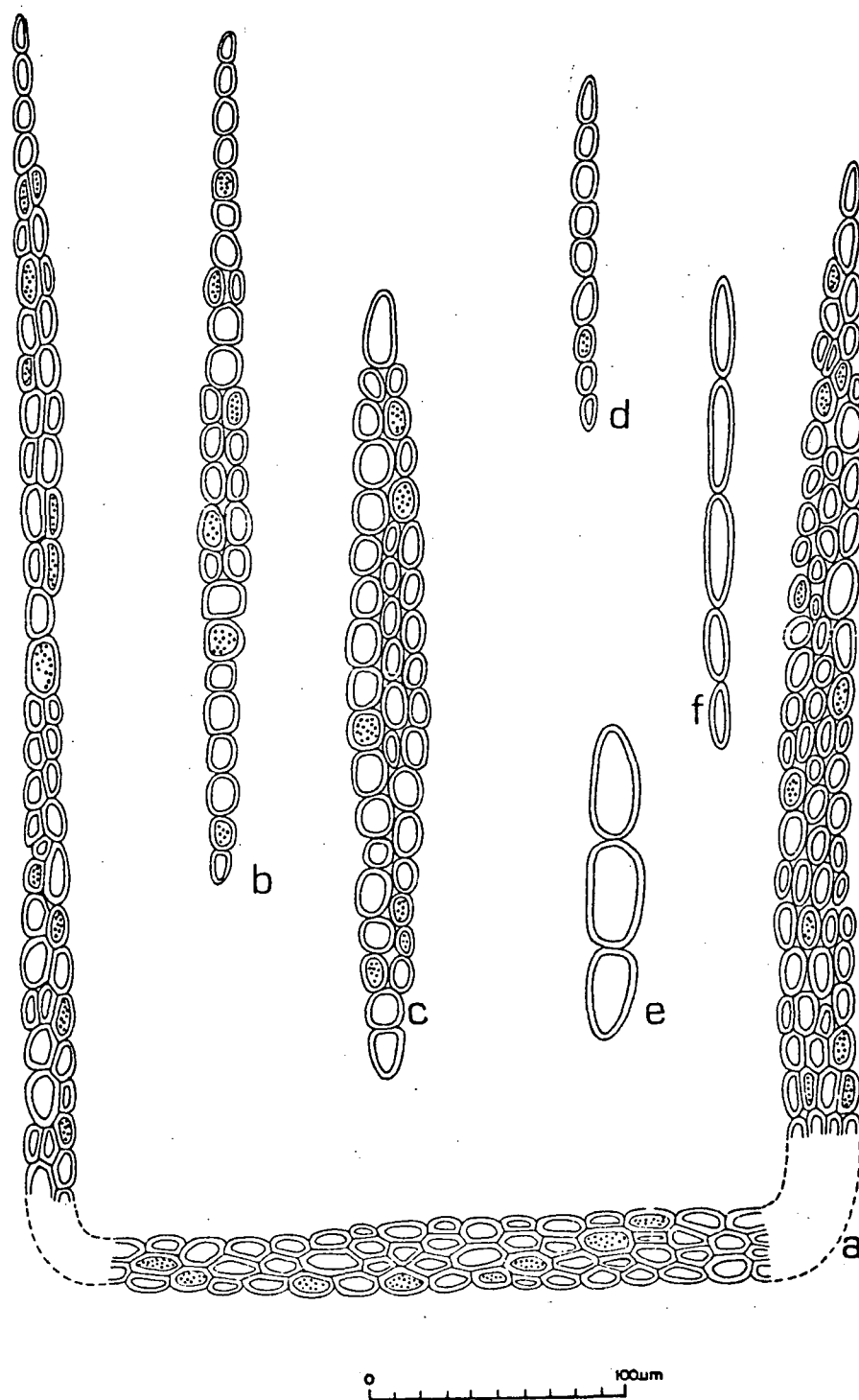


Figura 31. Detalhes anatômicos dos raios xilemáticos de *Xylopia brasiliensis* em secção longitudinal tangencial. a-c. raios multisseriados. d-f. raios unisseriados.

4.2. OBSERVAÇÕES ESPECIAIS NA ANATOMIA DO LENHO

Durante o desenvolvimento deste trabalho foram observadas estruturas especiais nos raios de algumas das espécies estudadas: a ocorrência de vasos radiais, como curtas conexões radialmente orientadas entre dois segmentos de vasos axiais, e a presença de células perfuradas de raio.

A presença de vasos radiais e/ou células perfuradas de raio foi observada nas seguintes espécies de *Annonaceae*: *Annona glabra* L., *Annona cacans* (Warm.) var. *glabriuscula* R.E.Fries, *Duguetia lanceolata* St. Hil., *Guatteria australis* St. Hil., *Rollinia emarginata* Schlecht. e *Rollinia exalbida* (Vell.) Mart. (Quadro 3). Estas características anatômicas não foram observadas nas amostras das espécies estudadas de *Rollinia sericea* R.E. Fries, *Rollinia silvatica* R.E. Fries, *Porcelia macrocarpa* (Warm.) R.E. Fries e *Xylopia brasiliensis* Spreng.

Os vasos radiais foram encontrados somente em raios multisseriados, geralmente ligando dois segmentos de vasos axiais radialmente deslocados e conectados por placas de perfuração simples na parede tangencial, horizontal ou radial das células terminais.

O número de elementos de vasos radiais observado varia de 1 (um) em *Duguetia lanceolata* e *Rollinia exalbida*, a 2 - 5 células em *Guatteria australis*, *Annona glabra* e *Annona cacans* var. *glabriuscula*. Eles estão normalmente arranjados em níveis descendentes. A célula do nível mais alto liga-se a um vaso axial ou segmento de vaso, o qual está mais próximo à medula. A célula do nível mais baixo, distal, conecta-se com um outro segmento de vaso axial mais periférico.

A secção transversal de *Annona glabra* (Figura 32), mostra um curto vaso radial ligando dois segmentos de vaso axial, dispostos em lados opostos de um raio. As pontuações nas paredes laterais dos elementos de vaso radial são normalmente areoladas, arredondadas, algumas vezes similares, embora menores às pontuações intervasculares dos vasos axiais. Alguns elementos de vaso, tanto radiais como axiais, mostram pontuações maiores, alongadas, do tipo escalariforme.

Em secções longitudinais tangenciais de *Annona glabra*, a placa de perfuração simples pode ser vista na parede tangencial do elemento vascular de raio (Figs. 33 e 34). Os elementos de vaso radial podem mostrar perfurações nas paredes tangenciais (Figs. 35 e 37), em paredes radiais (Fig. 36) ou em paredes horizontais levemente oblíquas (Figs. 37, 38 e 39). Em *Annona cacans* var. *glabriuscula*, os vasos radiais (Fig. 42) mostram o mesmo padrão daqueles observados em *Annona glabra*.

Em *Annona glabra* foram observadas também duas curtas conexões de vasos radiais em um mesmo raio dispostas paralelamente, ligando dois segmentos de vasos axiais, como pode ser visto nas Figs. 40 e 41.

Os vasos radiais observados em *Guatteria australis* são constituídos por até 5 células, ligadas entre si por meio de perfurações simples nas paredes horizontais (Figs. 43 - 46). As pontuações nas paredes laterais são areoladas, arredondadas a elípticas, ligeiramente maiores do que aquelas dos vasos axiais. Por outro lado, em *Duguetia lanceolata* e *Rollinia exalbida* foram constatadas as menores conexões vasculares radiais, com apenas 1 (um) elemento vascular radialmente alongado unindo dois segmentos de vasos axiais.

A secção radial de *Duguetia lanceolata* (Fig. 48), mostra um elemento vascular radial conectado em uma extremidade com um vaso axial através de uma perfuração simples na parede horizontal e em outra extremidade conectado com outro elemento de vaso axial por meio de uma perfuração na parede tangencial em disposição oblíqua.

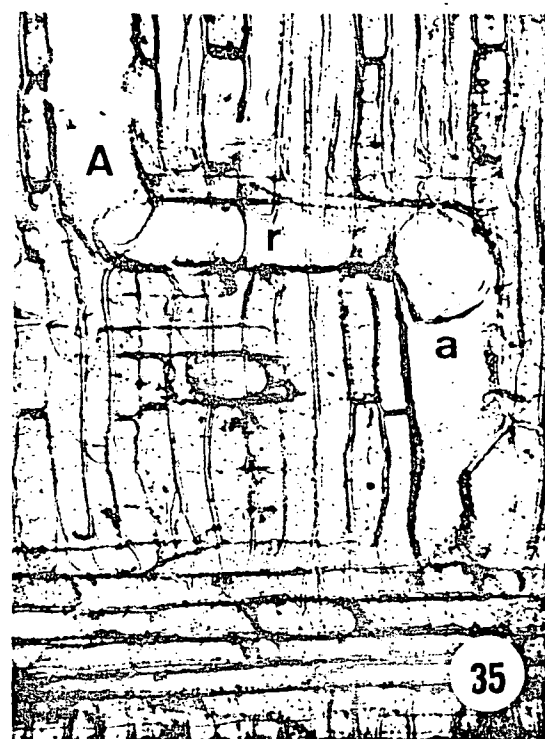
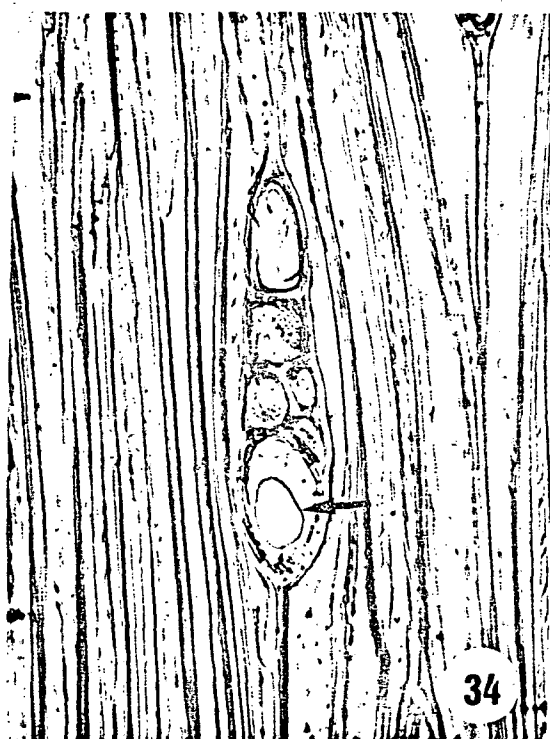
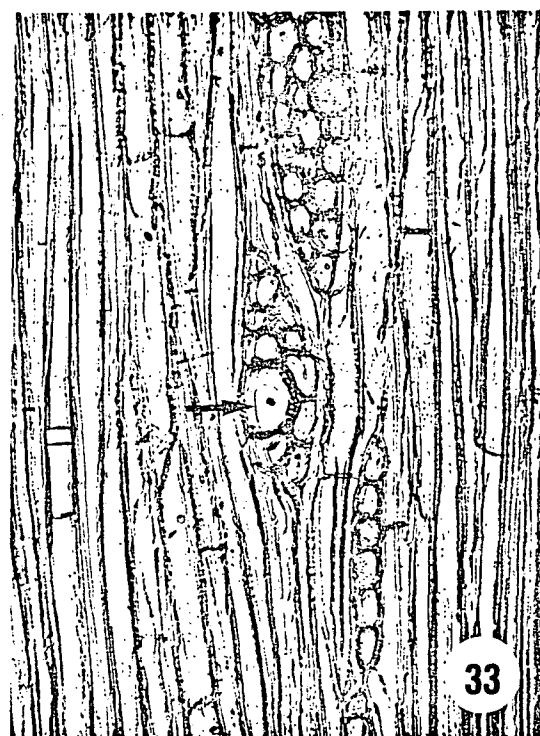
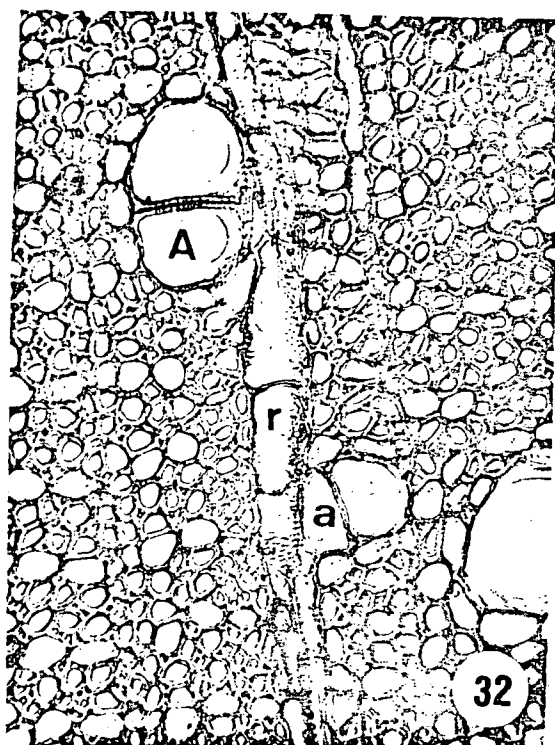
Em *Rollinia exalbida* (Fig. 47), o elemento vascular radial mostra duas perfurações nas paredes radiais opostas, uma em cada extremidade da célula, unindo-se com dois elementos de vaso axial.

Células perfuradas de raio foram observadas nas amostras de *Duguetia lanceolata* e *Rollinia emarginata*. Em *Duguetia lanceolata* elas ocorrem nas partes multisseriadas dos raios, constituindo uma fileira de 2 a 7 células perfuradas de raio (Figs. 49 - 51) ou em mais de uma fileira, fazendo a conexão tangencial entre dois segmentos de vaso axial. Em *Rollinia emarginata* (Figs. 52 - 56), células perfuradas de raio foram encontradas em partes uni e multisseriadas dos raios, com 1 a 3 células perfuradas.

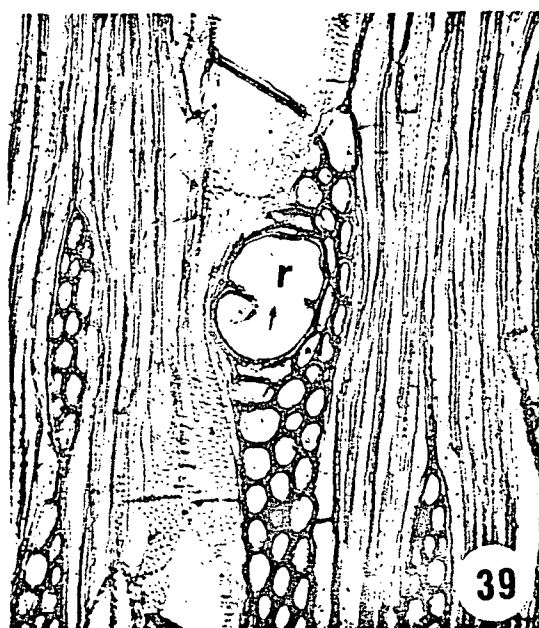
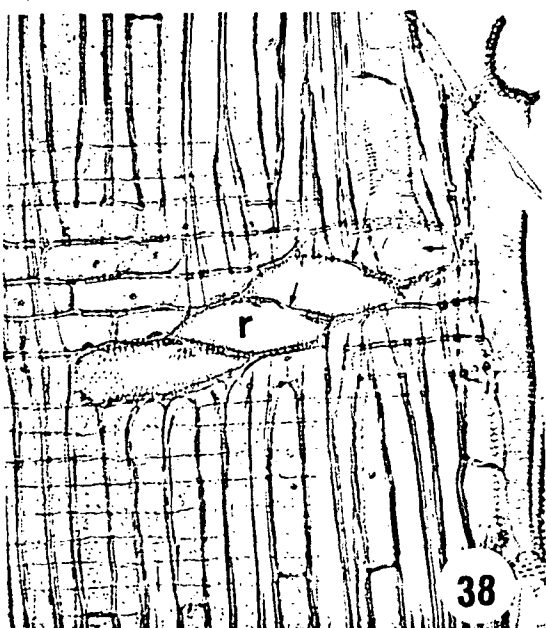
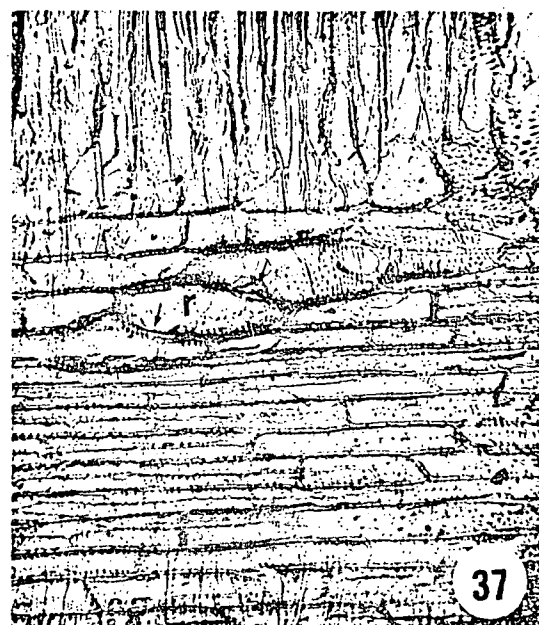
QUADRO 3. Espécies estudadas onde vasos radiais e/ou células perfuradas de raio foram observados.

ESPÉCIES	PROCEDÊNCIA	HABITAT	HÁBITO	COLETORES	Nº DE AMOSTRAS	VASOS RADIAIS	CÉLULAS PERFURADAS DE RAIO
1. <i>Annona glabra</i> L.	Tijucas	Transição de Mangue	Arbóreo	Reis & Botosso nº 264 *	4	2-5 elementos de vaso	-
2. <i>Annona cacans</i> (Warm.) var. <i>glabriuscula</i> R.E.Fries	Canelinha	Mata Úmida e Capoeirão	Arbóreo	Reis s.n.	1	2-5 elementos de vaso	-
3. <i>Duguetia lanceolata</i> St. Hil.	Canelinha	Mata de Encostas Secas	Arbóreo	Reis & Botosso nº 263 *	1	1 elemento vascular	2-7 células em uma ou mais fileiras
4. <i>Guatteria australis</i> St. Hil.	Brusque	Mata Úmida	Arbóreo	Reis nº 259 *	3	2-5 elementos de vaso	-
5. <i>Rollinia emarginata</i> Schlecht.	Florianópolis	Dunas	Arbustivo	Reis & Botosso nº 261 *	3	-	1-3 células em uma fileira
6. <i>Rollinia exalbida</i> (Vell.) Mart.	Florianópolis	Mata Úmida	Arbóreo	Reis & Botosso nº 262 *	2	1 elemento vascular	-

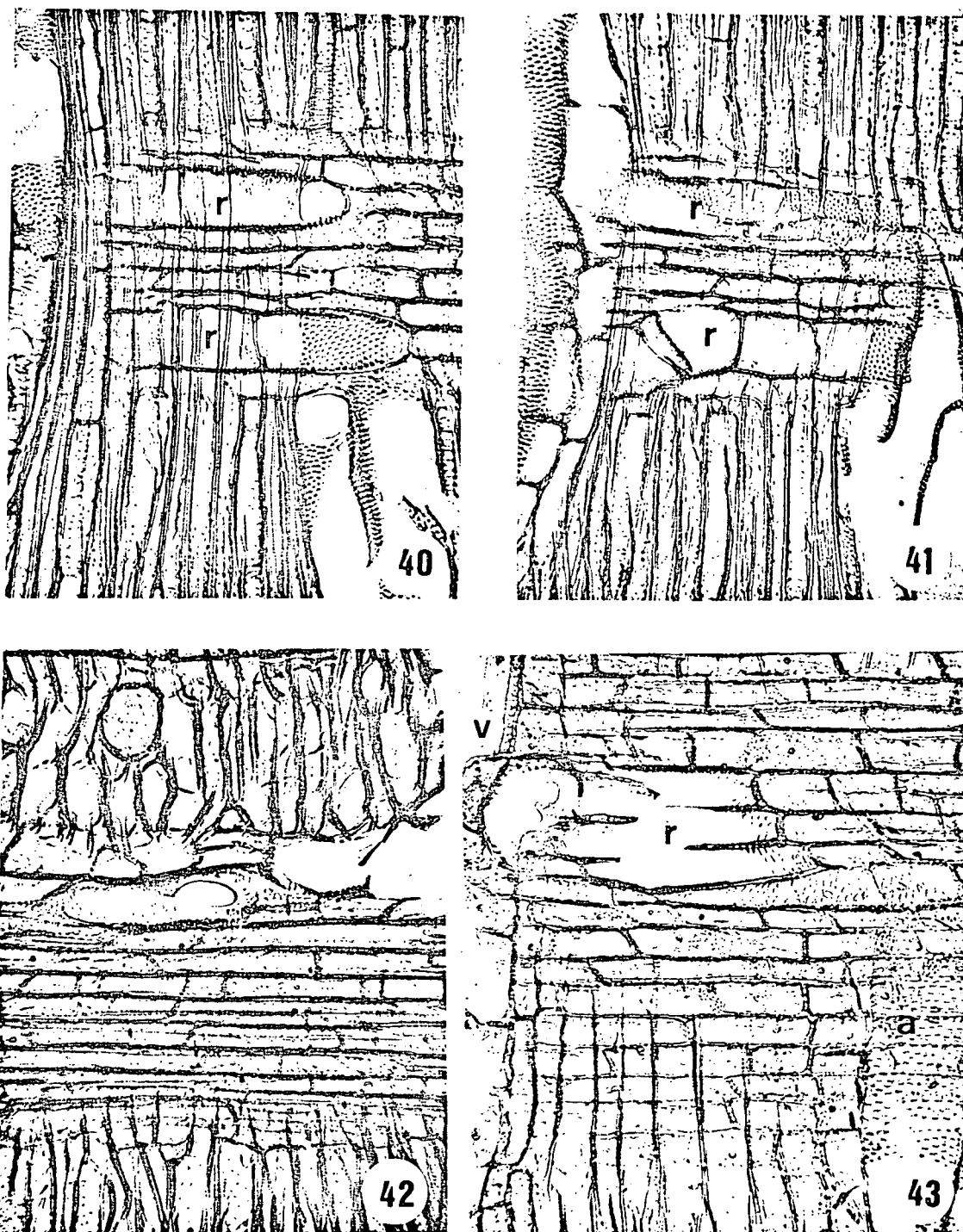
* Exsicatas das espécies de Annonaceae estudadas estão depositadas no Herbário Barbosa Rodrigues (HBR), Itajaí, e no Herbário da Universidade Federal de Santa Catarina (FLOR), Florianópolis, Estado de Santa Catarina. Amostras de madeira estão depositadas na Xiloteca do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná (UFPr.), Curitiba, Estado do Paraná.



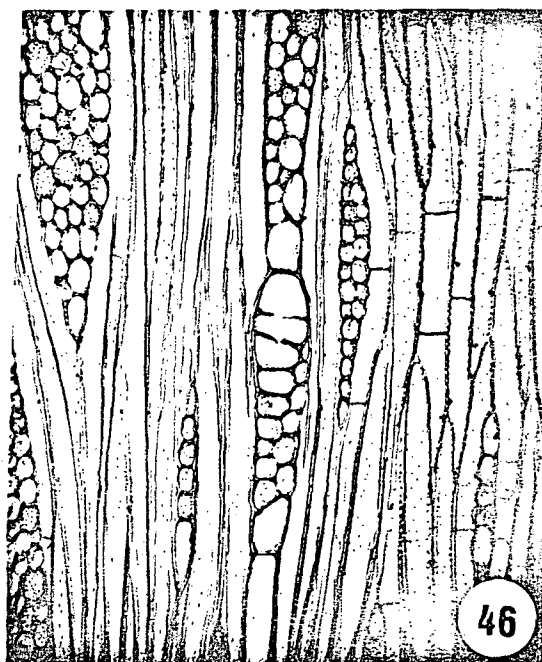
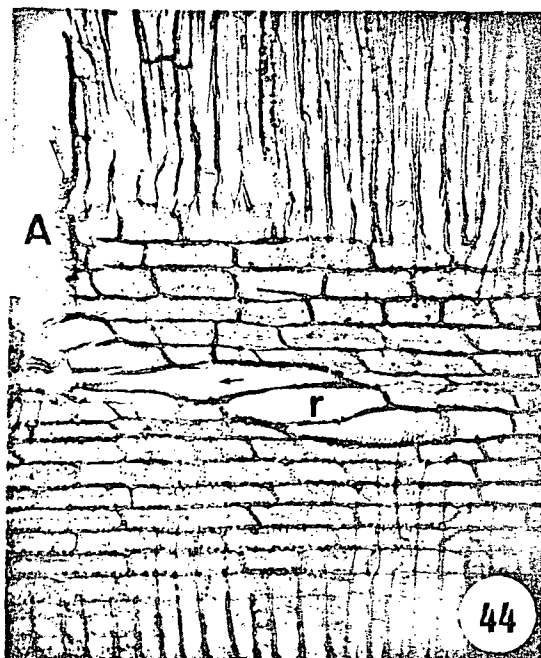
Figuras 32-35. *Annona glabra* L. Fig. 32: Secção transversal, mostrando um curto vaso radial (r) conectando dois segmentos de vaso axial (A,a) em lados opostos do raio; X210. - Figs. 33 e 34: Secções tangenciais, mostrando dois raios bisseriados com um elemento de vaso radial com uma placa de perfuração simples (seta) na parede tangencial; Fig. 33: X210; Fig. 34: X420.-Fig. 35: Secção radial mostrando um vaso radial (r) constituído por dois elementos de vaso em um mesmo nível conectado com dois elementos de vaso axial (A, a) através de perfurações na parede tangencial; X210.



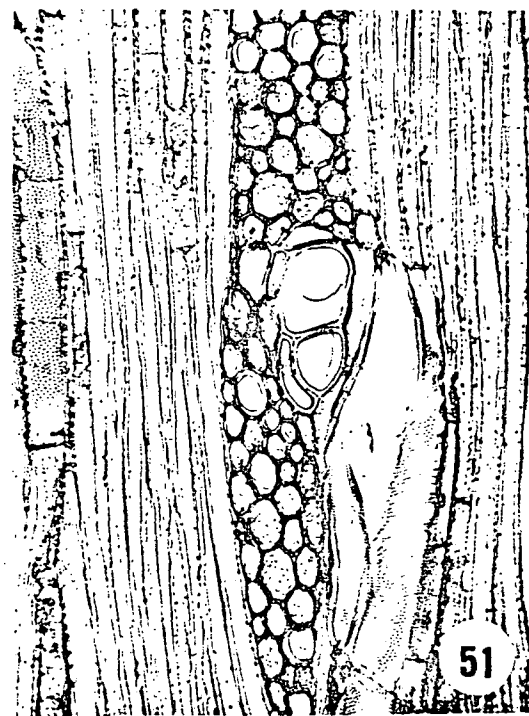
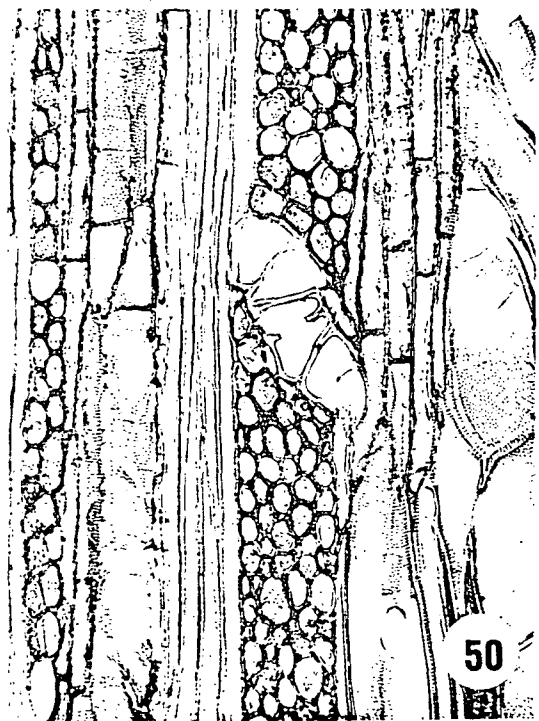
Figuras 36-39. *Annona glabra* L. - Fig. 36: Secção radial, mostrando um curto vaso radial (r) composto por dois elementos de vaso em dois níveis descendentes. O elemento de vaso radial do nível mais alto está ligado a um elemento de vaso axial mais interior (A) e ao elemento de vaso radial mais baixo através de perfurações simples nas paredes horizontais em disposição oblíqua (setas). O elemento de vaso radial do nível mais baixo conecta-se com ou outro segmento de vaso axial mais periférico(a) através de uma perfuração simples (seta) na parede radial. Observa-se as pontuações do tipo escalariforme (s) no segmento de vaso axial mais interior (A); X210.-Figs. 37 e 38: Secções radiais, mostrando dois vasos radiais (r) compostos por elementos de vaso radial em níveis descendentes, unidos por perfurações nas paredes tangenciais ou horizontais em disposição levemente oblíqua (setas); X210. Na Fig. 38 nota-se nitidamente a perfuração simples na parede radial do elemento vascular do nível mais alto; X210. - Fig. 39: Secção tangencial, mostrando raio multisseriado com dois elementos de vaso radial (r), conectados por uma perfuração simples na parede horizontal; X210.



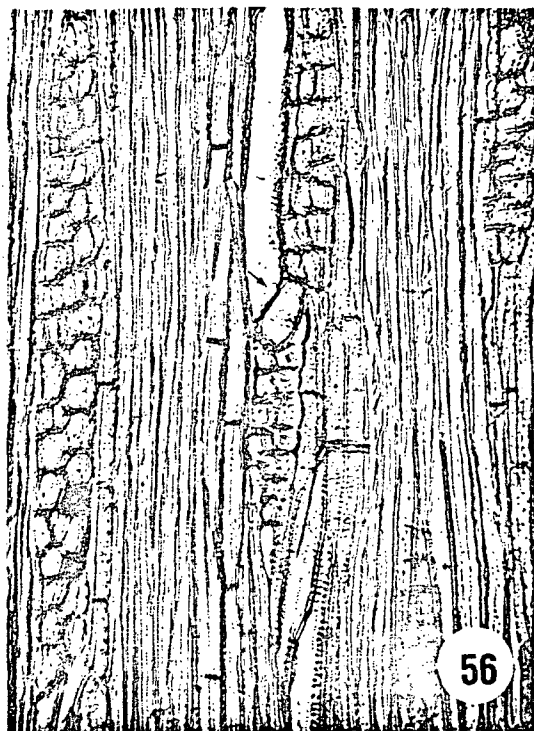
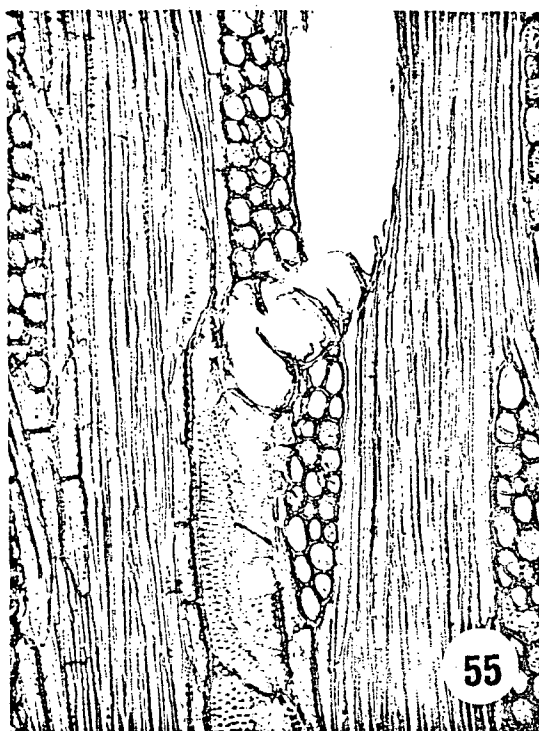
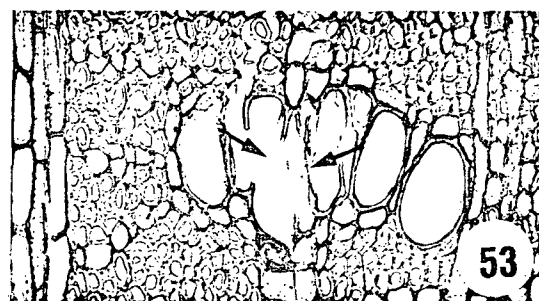
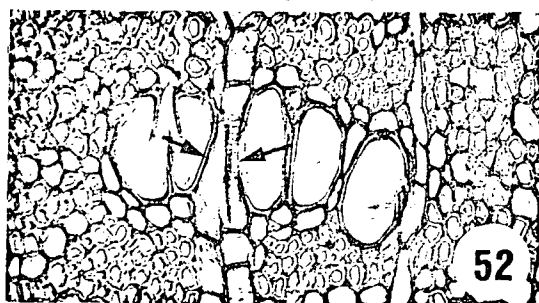
Figuras 40 - 43. *Annona glabra* L. Secções radiais, evidenciando duas curtas conexões de vasos radiais (r) dispostos paralelamente em um mesmo raio, conectando-se a dois segmentos de vasos axiais; X210. - Fig. 42- *Annona cacans* (Warm.) var. *glabriuscula* R.E.Fries. Secção radial, mostrando um vaso radial em dois níveis, observando-se uma placa de perfuração simples na parede horizontal em disposição levemente oblíqua; X210.-Fig. 43. *Guatteria australis* St. Hil. Secção radial, mostrando um vaso radial (r) constituído por elementos de vaso radial em níveis descendentes unidos por perfurações nas paredes horizontais. O primeiro elemento vascular radial conecta-se com um vaso axial completo (V), enquanto o elemento vascular radial distal mais baixo está ligado com um segmento de vaso axial (a); X210.



Figuras 44-46. *Guatteria australis* St.Hil. - Fig. 44: Secção radial, mostrando um vaso radial (r) ligado a um segmento de vaso axial (A) e constituído por 5 elementos de vaso em níveis descendentes, com perfurações nas paredes horizontais. Note a perfuração na parede radial do elemento vascular do meio (seta), provavelmente conectando-se com um outro segmento de vaso axial; X130. - Fig. 45: Secção radial, mostrando parte do segmento de vaso axial (A) e dois elementos de vaso radial (r) conectados por uma perfuração simples na parede horizontal (seta); X210. - Fig. 46: Secção tangencial, mostrando 3 elementos de vaso radial em níveis descendentes, conectados por perfurações nas paredes horizontais; X130. - Fig. 47. *Rollinia exalbida* (Vell.) Mart. Secção radial, mostrando um elemento vascular radial conectado, através de perfurações simples, com dois segmentos de vaso axial radialmente deslocados; X130.



Figuras 48-51. *Duguetia lanceolata* St. Hil.- Fig. 48: Secção radial, mostrando um elemento vascular radial unido a um segmento de vaso axial superior através de uma perfuração na parede tangencial e conectado também com outro inferior, segmento axial mais periférico, através de uma perfuração na parede horizontal; X210. - Figs. 49 e 50: Secções tangenciais, mostrando raios multisseriados com células perfuradas de raio em uma fileira. Notar na Fig. 49 o deslocamento do vaso axial cruzando através do raio. Observar na Fig. 50 as perfurações simples conectando as células perfuradas de raio; X210.-Fig. 51: Secção tangencial do raio multisseriado com células perfuradas de raio em mais de uma fileira; X210.



Figuras 52-56. *Rollinia emarginata* Schlecht. -Figs. 52 e 53: Secções transversais em série, mostrando um raio com duas células perfuradas de raio (setas) conectando-se a dois segmentos de vaso axial em lados opostos do raio; X210. -Fig. 54: Secção radial, mostrando uma célula perfurada de raio com uma placa de perfuração simples na parede radial; X210. -Fig. 55: Secção tangencial de raio multisseriado com uma fileira de 3 células perfuradas de raio conectando dois segmentos de vaso axial em lados opostos do raio; X210. - Fig. 56: Secção tangencial de raio multisseriado com uma célula perfurada de raio ligando dois segmentos de vaso axial; X210.

4.3. ANÁLISE DOS ELEMENTOS DA ESTRUTURA ANATÔMICA DO XILEMA

As características anatômicas dos elementos constituintes do xilema secundário são analisadas a seguir. Os principais aspectos anatômicos qualitativos e quantitativos observados, que auxiliam no reconhecimento destas espécies estudadas são mostradas no Quadro 4.

Muitas destas características estruturais consideradas nesta análise apresentam grande interesse sob o ponto de vista filogenético.

VASOS

Os elementos vasculares apresentam poucas características anatômicas que possam auxiliar na separação e identificação das espécies estudadas, embora a presença, ainda que ocasional, de vasos radiais e células perfuradas de raio em algumas das espécies, seja um aspecto de certo valor diagnóstico para o seu reconhecimento.

Através dos dados obtidos pela histometria do xilema (Figura 57), pode-se observar que as espécies apresentam de modo geral um baixo percentual de vasos, girando em torno de 10 a 20% do volume total da estrutura do lenho.

Os elementos de vaso, normalmente, apresentam as seguintes características anatômicas: disposição predominantemente difusa uniforme, placas de perfuração exclusivamente do tipo simples, apêndices geralmente presentes em ambas extremidades, mais raramente em uma ou totalmente ausentes. Pontuações intervasculares dispostas alternadamente, algumas

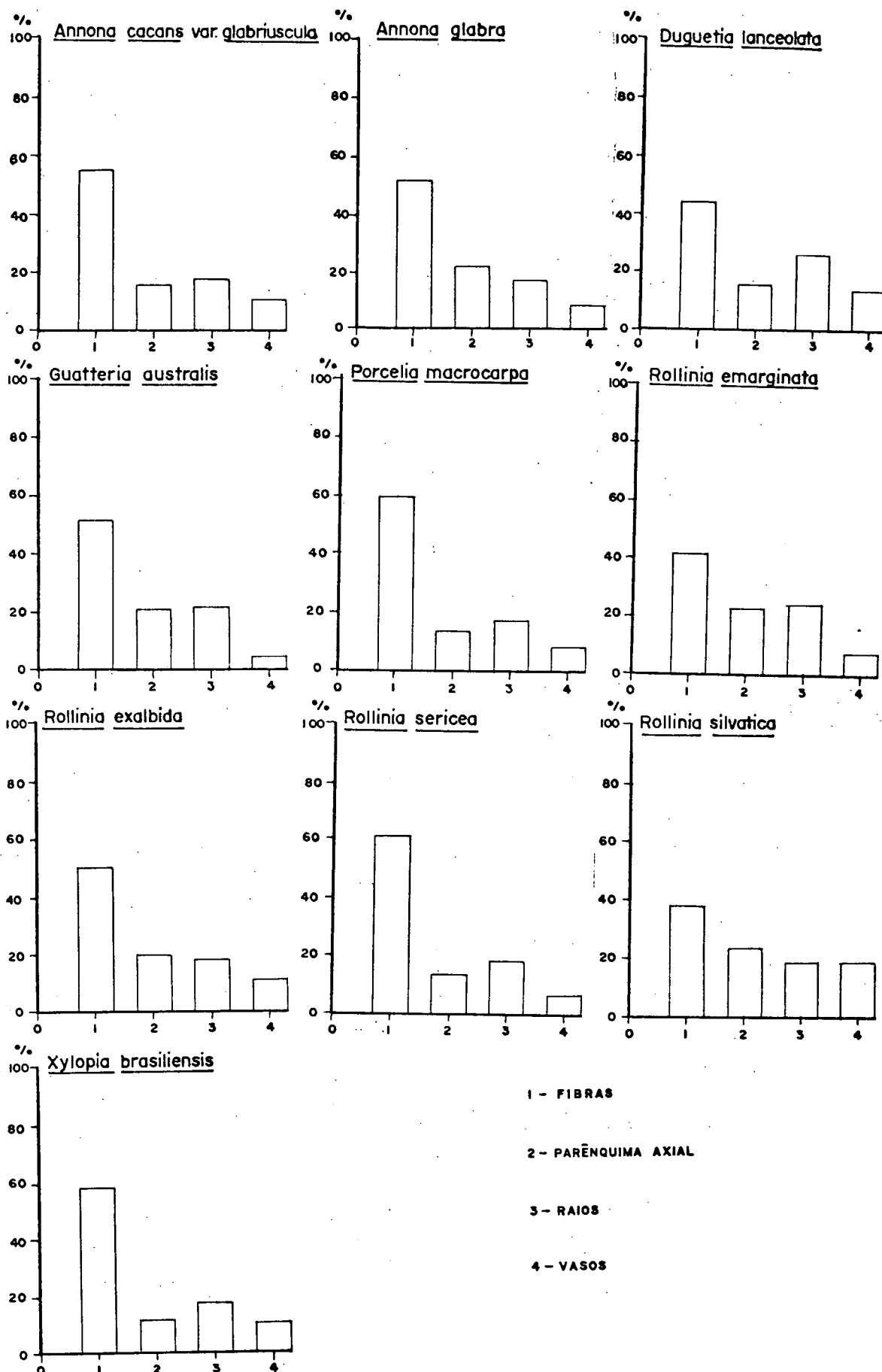


Figura 57. Percentual dos tecidos que compõem o xilema (Histometria do xilema).

vezes coalescentes, não ornamentadas, em geral de pequenas a médias, com exceção da espécie *Duguetia lanceolata*, a qual possui pontuações diminutas. As paredes dos elementos vasculares normalmente não apresentam qualquer tipo de ornamentação especial, exceto *Guatteria australis* que apresenta tênues espessamentos espiralados nas paredes dos elementos de vasos, mais freqüentemente observados próximo às suas extremidades, nos apêndices vasculares, como mostra a Figura 11 e-g.

Os vasos, quanto ao seu agrupamento, são tanto solitários como múltiplos, principalmente em arranjos radiais de 2 - 4 vasos na maioria das espécies. As espécies *Annona cacans*, *Guatteria australis*, *Rollinia silvatica* e *Rollinia sericea* apresentam um percentual médio de vasos solitários superior a 50%, como mostram os Quadros do Apêndice 2.

O comprimento dos elementos vasculares (Figura 58) apresenta importantes diferenças entre as espécies estudadas. Em *Annona cacans* e *Annona glabra* predominam os elementos vasculares muito curtos e curtos (com até 500 µm), principalmente os curtos, havendo um percentual muito pequeno de elementos vasculares longos. Para as espécies estudadas do gênero *Rollinia*, observou-se também uma maior freqüência de vasos muito curtos e curtos, especialmente em *Rollinia emarginata*, onde o percentual de elementos vasculares muito curtos é bastante significativo. Porém, verifica-se em *Duguetia lanceolata*, *Guatteria australis* e *Porcelia macrocarpa* além de um expressivo percentual de elementos vasculares curtos, razoável freqüência de elementos longos. Já *Xylopia brasiliensis* distingue-se dentre todas as espécies, por não apresentar

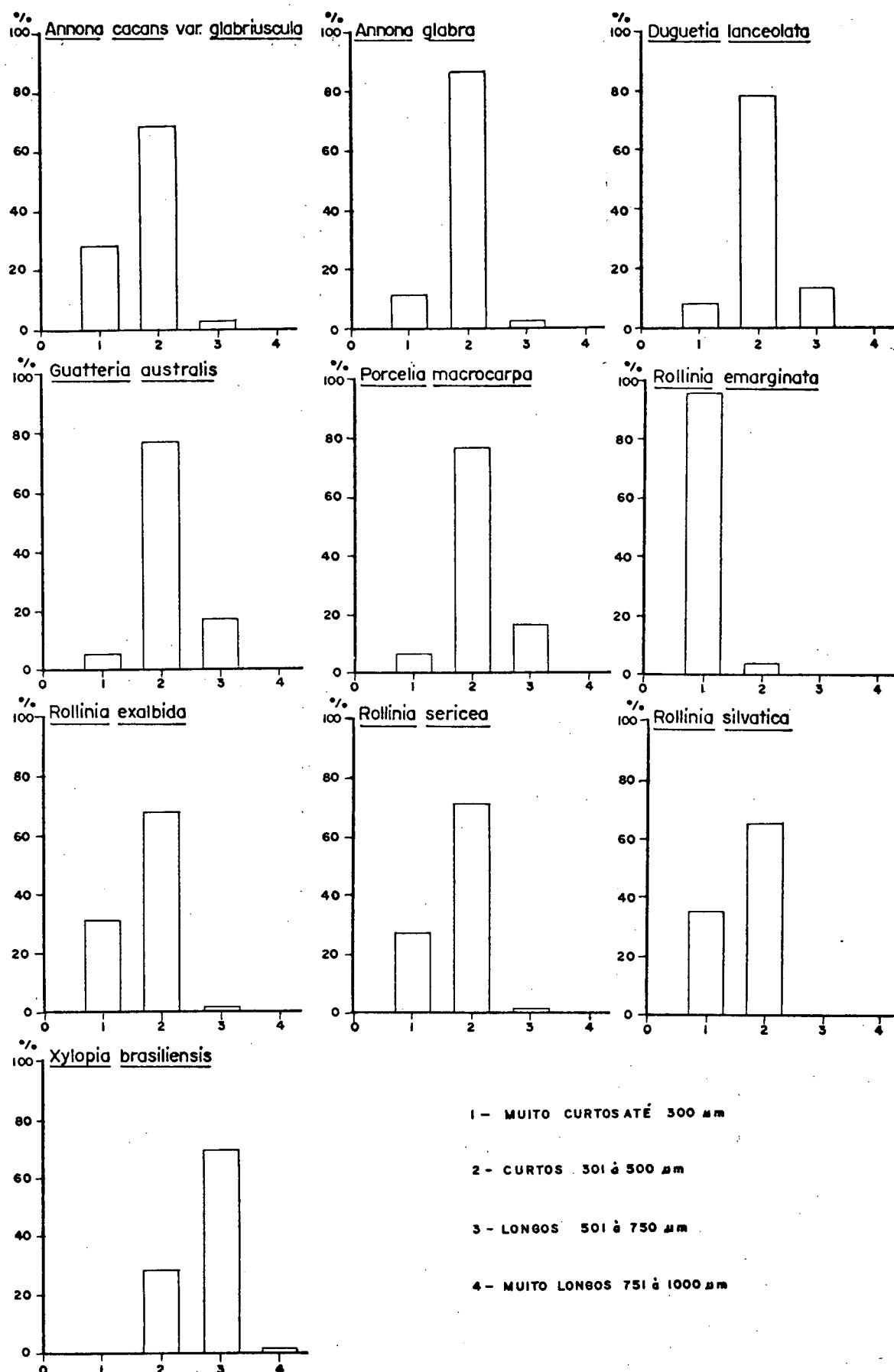


Figura 58. Percentagem das classes de comprimento de elementos vasculares (μm), conforme COPANT 30:1-019.

elementos de vaso muito curtos e pela nítida predominância de elementos longos e até um pequeno percentual de muito longos.

Com relação à frequência média de poros por mm^2 , as espécies *Duguetia lanceolata* e *Rollinia emarginata* destacam-se das demais por apresentarem as maiores frequências de poros, como mostra a Figura 59 (I). Quando se relacionam os valores médios de frequência de poros/ mm^2 com o respectivos diâmetro tangencial médio dos poros de cada espécie, observa-se que há uma certa correlação. Para estas espécies, à medida que aumenta o diâmetro tangencial dos poros ocorre um certo decréscimo no número de poros por mm^2 , como pode ser observado na Figura 59 (II).

O comprimento dos elementos vasculares mostra uma razoável variação dentro de uma mesma espécie. Devido a esta variabilidade existente, como pode ser visto nos Quadros do Apêndice 5, o número necessário de medições exigidas para uma precisão de 90% é relativamente superior ao efetuado, sendo desta forma de execução inviável.

Geralmente os elementos vasculares apresentam apêndices nas duas extremidades, ocasionalmente em uma extremidade ou ausentes. O comprimento destes apêndices é muito variável. Como mostra a Figura 59 (III), as espécies *Porcelia macrocarpa* e *Xylopia brasiliensis* apresentam os maiores valores médios de comprimento dos apêndices vasculares.

PARÊNQUIMA AXIAL

O parênquima axial das espécies estudadas é muito homogêneo, predominando a disposição apotraqueal em finas faixas concêntricas do tipo reticulado tendendo à escalariforme.

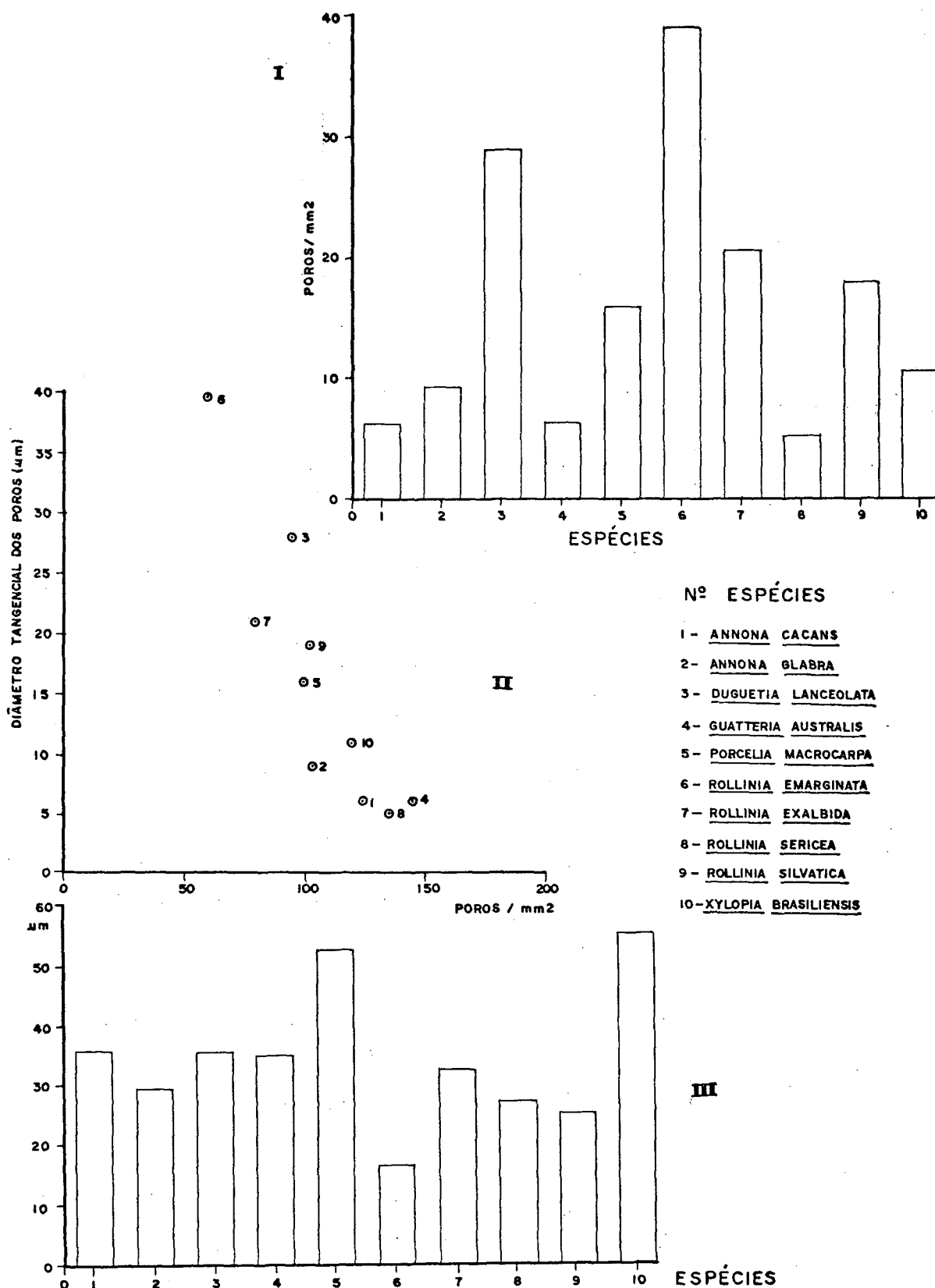


Figura 59. (I). Valores médios correspondentes à frequência de poros/mm².

(II). Correlação entre os valores médios de frequência de poros/mm² e diâmetro tangencial de poros (µm).

(III). Comprimento médio dos apêndices vasculares (µm).

me, variando de 1 até 3 células de largura. Ocorre também, embora com menor freqüência, o tipo paratraqueal vasicêntrico em algumas espécies analisadas.

O percentual de parênquima axial (Figura 57) nas espécies é pequeno, em torno de 20% do volume total da madeira. Os mais baixos valores percentuais foram observados nas espécies *Xylopia brasiliensis*, *Annona cacans*, *Duguetia lanceolata*, *Porcelia macrocarpa* e *Rollinia sericea*.

Nas espécies estudadas o parênquima axial é predominantemente seriado, não ocorrendo o tipo fusiforme. Geralmente as séries parenquimáticas são constituídas por 2 a 4 células de altura na maioria das espécies, mas podendo alcançar com certa freqüência, nas amostras das espécies *Annona cacans*, *Xylopia brasiliensis* e *Rollinia exalbida*, até 7, 9 e 11 células de altura respectivamente, dentro da série.

As células das séries de parênquima axial apresentam normalmente o formato retangular, com a maior dimensão no sentido vertical. Todavia, as células das margens destas séries apresentam uma de suas extremidades afilada.

As pontuações parênquimo-vasculares estão em disposição alterna, geralmente de formato ovalado, irregulares até ligeiramente poligonais, e de pequenas a médias. A abertura das pontuações é normalmente lenticular inclusa, horizontal a levemente oblíqua, às vezes exclusiva, coalescendo em 2 - 3 pontuações. *Duguetia lanceolata* difere das demais espécies estudadas, especialmente com relação as proporções de suas pontuações, as quais são muito pequenas e mais numerosas.

A presença abundante de monocristais romboédricos e prismáticos de oxalato de cálcio, desde pequenos a relati

vamente grandes, em câmaras nas séries de parênquima axial de *Rollinia exalbida*, é uma característica importante para a identificação desta espécie. Em *Annona cacans* ocorrem também monocristais de oxalato de cálcio, isolados, de formato romboédrico, porém com pouca freqüência nas células de parênquima axial. Conseqüentemente, não é um caracter de grande importância para a identificação desta espécie.

De modo geral, as células que constituem o parênquima axial seriado, quando observadas em secção longitudinal radial, apresentam um aspecto estratificado que é observado em todas as madeiras estudadas.

RAIOS

O volume ocupado pelo parênquima radial nas 10 espécies estudadas (Figura 57), varia pouco, fornecendo dados insuficientes para serem utilizados como característica de seu valor diagnóstico.

Os tipos de raios das espécies estudadas variam pouco em suas características gerais, o que não contribue para facilitar a identificação das espécies. Entretanto, a presença de estruturas especiais, tais como vasos radiais e células perfuradas de raio (item 4.2) nos raios multisseriados de algumas espécies estudadas, ainda que de ocorrência pouco freqüente, pode ser utilizada como um auxílio, para a separação e identificação destas espécies.

Vasos radiais foram observados nas espécies *Annona cacans*, *Annona glabra*, *Duguetia lanceolata*, *Guatteria australis* e *Rollinia exalbida*, ocorrendo geralmente como curtas conexões radialmente orientadas de elementos vasculares em raios

multisseriados, fazendo a ligação entre 2 segmentos de vaso axial.

Células perfuradas de raio foram observadas nas espécies *Duguetia lanceolata* e *Rollinia emarginata*. Na primeira espécie esta estrutura foi encontrada em partes multisseriadas dos raios, em fileira de 2 a 7 células perfuradas; e na segunda, em partes uni e multisseriadas dos raios, com 1 a 3 células perfuradas conectando dois segmentos de vaso axial em lados opostos de um raio. Estas mesmas estruturas especiais contudo, não foram encontradas nas amostras analisadas das espécies *Xylopia brasiliensis*, *Porcelia macrocarpa*, *Rollinia sericea* e *Rollinia silvatica*.

O parênquima radial das espécies estudadas constitui predominantemente raios multisseriados e, menos frequentemente, unisseriados. São raios tipicamente homogêneos, compostos só por células procumbentes, ou fracamente heterogêneos, onde ocorrem no interior dos raios, com certa frequência, células irregulares em tamanho e forma, quando vistas em secções longitudinais tangenciais. A presença destas células, entremeadas às procumbentes menores dos raios, pode ser observada também em secções longitudinais radiais de algumas espécies. As margens dos raios multisseriados são constituídas por fileiras unisseriadas que raramente ultrapassam uma célula de altura. Estas fileiras unisseriadas normalmente são formadas por células do mesmo tipo procumbente porém maiores, tendendo às vezes a quadradas ou levemente eretas. O relacionamento entre os raios é geralmente normal, mas com certa frequência podem ser agregados, não ocorrendo raios fusionado.

A presença freqüente de idioblastos (células oleíferas) no interior dos raios multisseriados de *Duguetia lanceolata*, permite que esta espécie seja facilmente separada das demais e identificada.

A análise dos dados quantitativos de altura dos raios multisseriados em μm e a freqüência dos diferentes tipos de raios quanto a sua largura em número de células, fornecem aspectos que contribuem para a separação e identificação das espécies.

A altura em μm dos raios multisseriados (Figura 60) permite separar especialmente *Duguetia lanceolata*, *Guatteria australis* e *Xylopia brasiliensis* das demais espécies, por apresentarem os maiores percentuais de raios baixos e medianos. Por outro lado, nas espécies estudadas dos gêneros *Annona* e *Rollinia* há uma predominância de raios extremamente baixos e muito baixos. Em *Porcelia macrocarpa* ocorre maior freqüência de raios considerados muito baixos e baixos.

Através da análise quantitativa dos diferentes tipos de raios multisseriados, quanto à largura em número de células (Figura 61), é possível separar especialmente *Duguetia lanceolata* e *Guatteria australis* das outras, devido à freqüência marcante de raios com mais de 4 células de largura. Em *Xylopia brasiliensis*, observa-se um alto percentual de raios trisseriados (em torno de 80%), o que a distingue das demais. Entre as quatro espécies do gênero *Rollinia* nota-se uma semelhança na distribuição dos percentuais dos diferentes tipos de raios quanto à largura em número de células. Entretanto, entre as espécies *Annona cacans* e *Annona glabra* nota-se uma diferença; *Annona glabra* apresenta um percentual

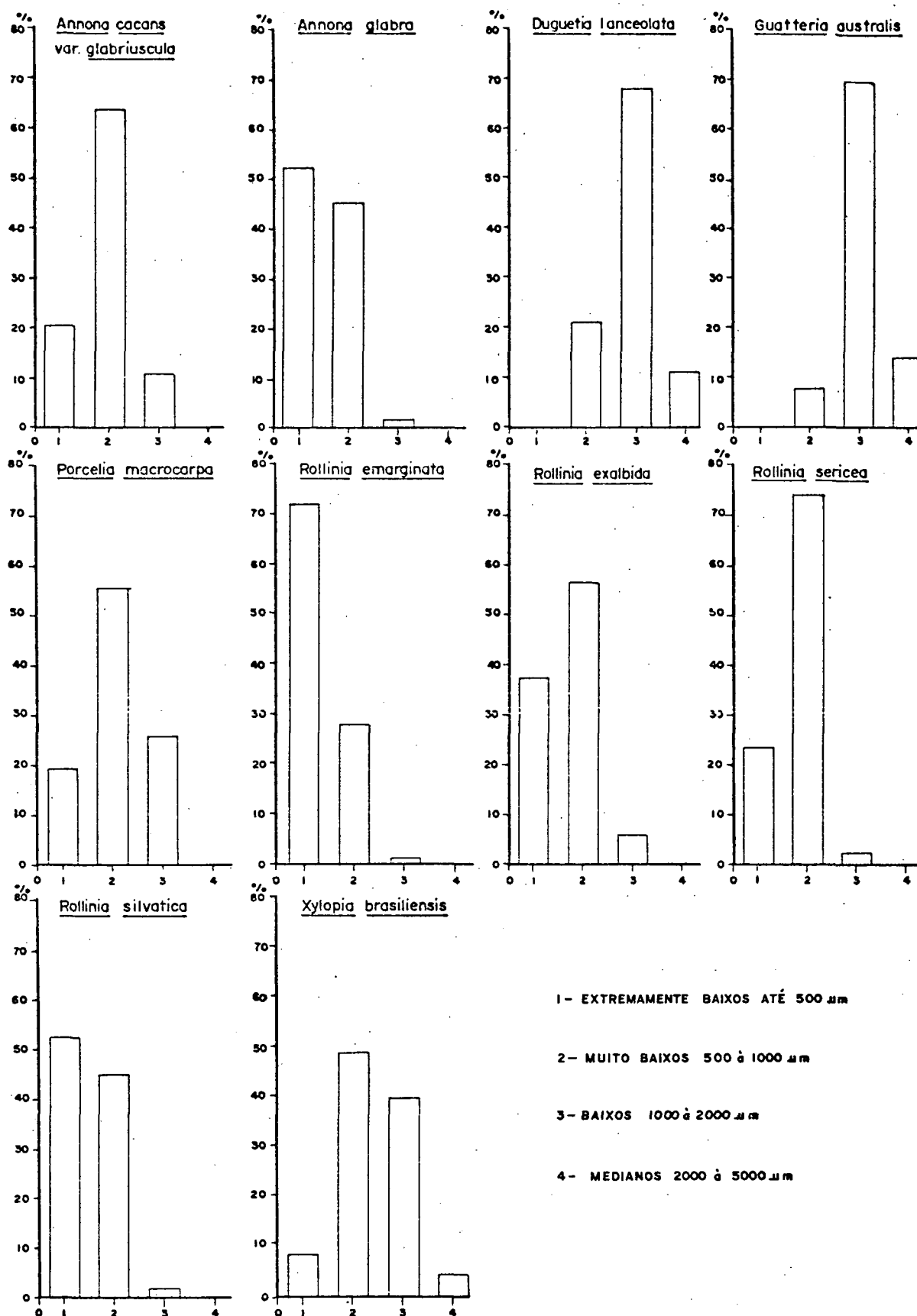


Figura 60. Percentagem das classes de altura dos raios multisseriados (μm), conforme COPANT 30:1-019.

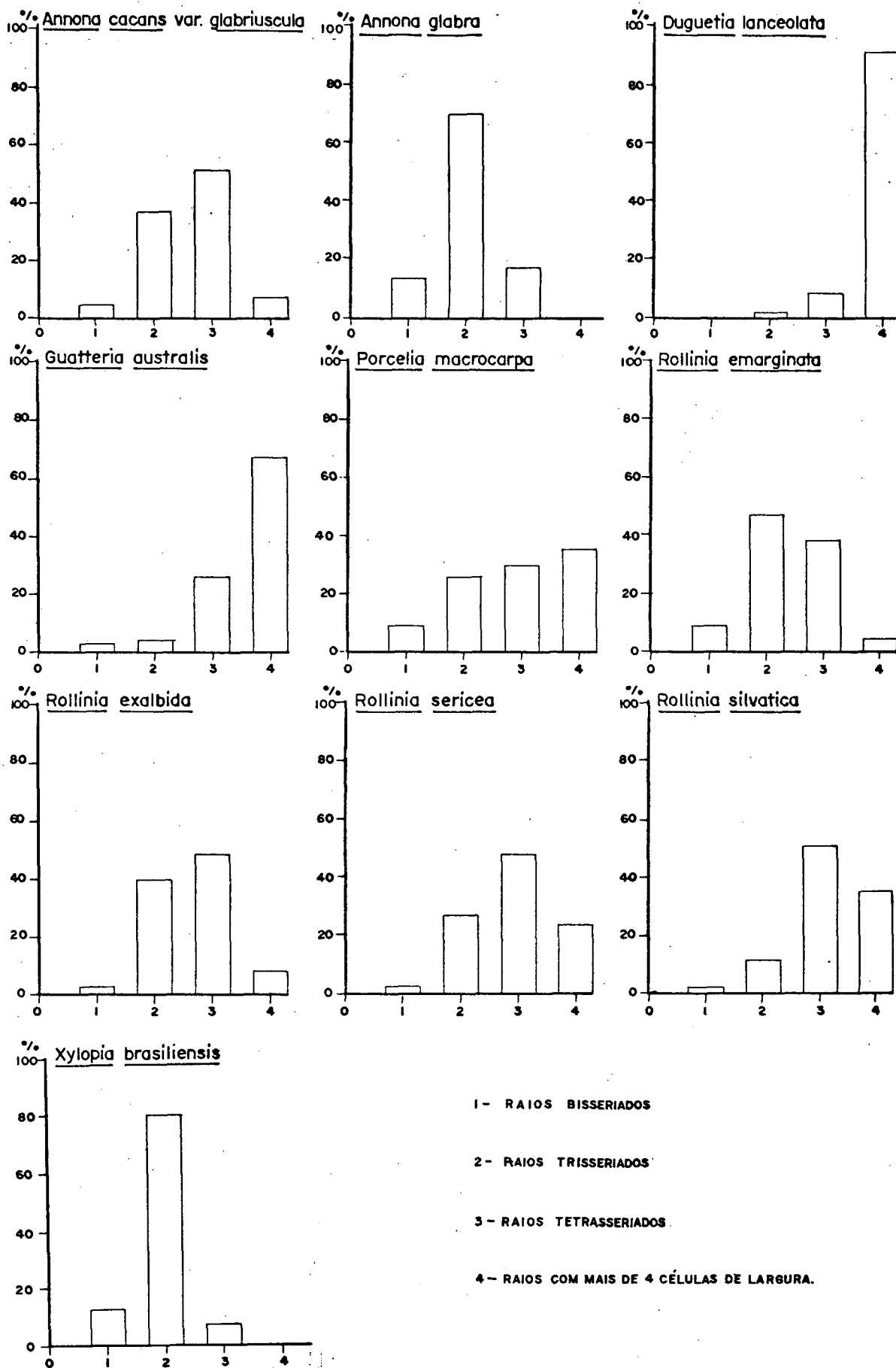


Figura 61. Percentual dos diferentes tipos de raios multisseriados, quanto a sua largura em número de células.

elevado de raios trisseriados (cerca de 65%), enquanto que *Annona cacans* apresenta uma distribuição semelhante às das espécies do gênero *Rollinia* estudadas.

A largura média em um dos raios multisseriados também é um aspecto quantitativo de valor diagnóstico que ajuda na separação das espécies. Nota-se através da Figura 62 (II), que as espécies *Guatteria australis* e *Duguetia lanceolata* destacam-se das demais por apresentarem os maiores valores médios, seguidas por *Porcelia macrocarpa*. Através deste dado quantitativo pode-se também separar a espécie *Xylopia brasiliensis*, pois nesta evidencia-se a menor largura de raio em um entre as 10 espécies estudadas. Entre as espécies observadas dos gêneros *Rollinia* e *Annona* observa-se que não há uma diferença significativa sob este aspecto.

Através dos valores médios de altura dos raios multisseriados, como mostra a Figura 62 (III), destacam-se especialmente as espécies *Guatteria australis* e *Duguetia lanceolata* por demonstrarem os maiores valores, seguidos por *Xylopia brasiliensis* e *Porcelia macrocarpa*. Do mesmo modo, com relação à altura dos raios multisseriados em número de células, Figura 62 (III), verifica-se que as espécies *Duguetia lanceolata*, *Guatteria australis* e *Xylopia brasiliensis* distinguem-se das demais, apresentando as maiores médias. Por outro lado, entre as outras espécies as diferenças não são marcantes.

FIBRAS

O tecido fibroso ocupa a maior parte do volume das madeiras estudadas, havendo pouca diferença entre as espé

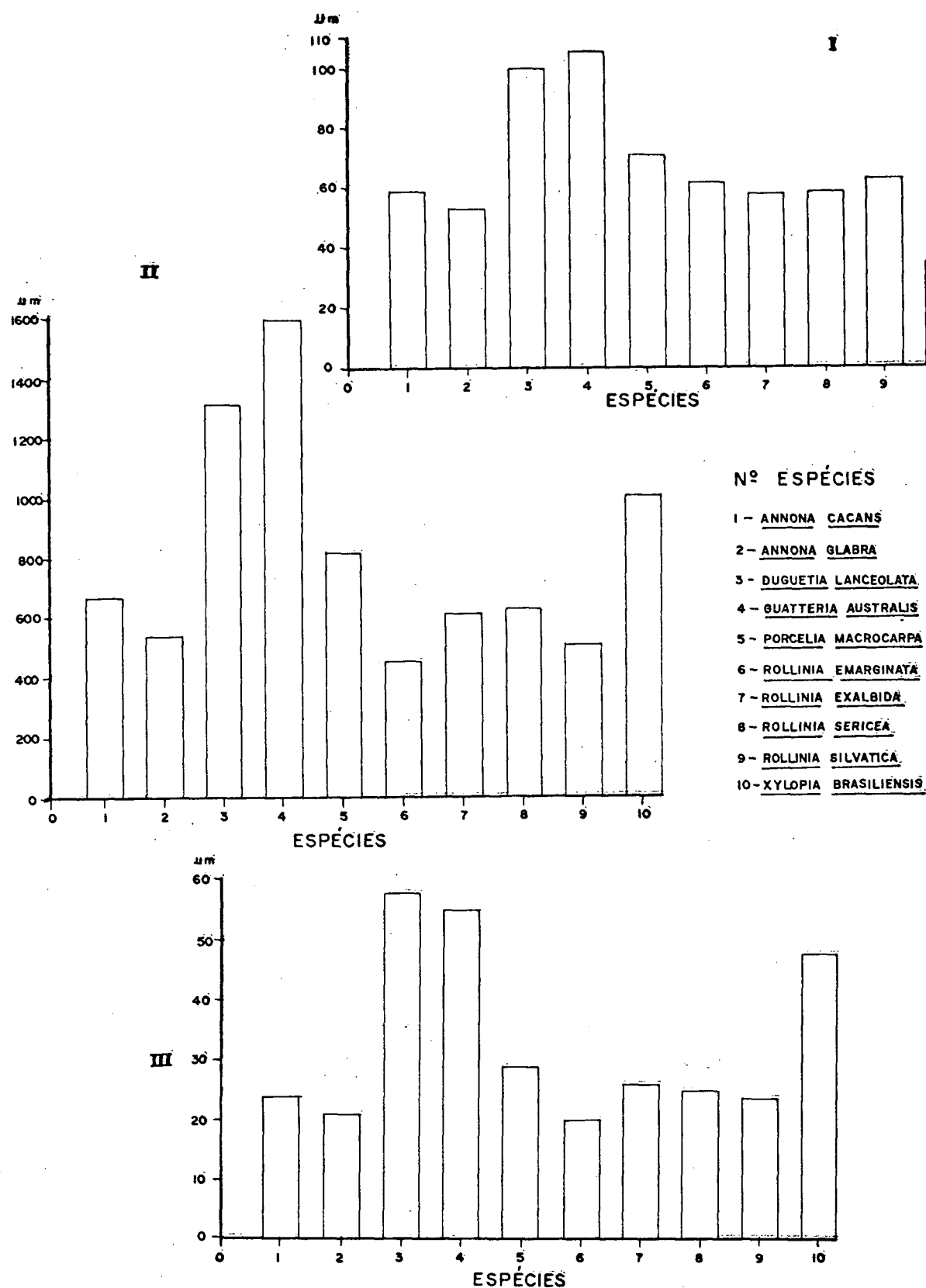


Figura 62. Valores médios correspondentes ao parênquima radial das espécies estudadas.

- (I) Largura média dos raios multisseriados (µm).
 (II) Altura média dos raios multisseriados (µm).
 (III) Altura média dos raios multisseriados (células)

cies, como mostra a Figura 57. Não sendo portanto um caracter de importância para separá-las.

As fibras, de modo geral, não fornecem características qualitativas importantes que facilitem a separação e identificação das espécies. Geralmente são libriformes, de estreitas a médias, não gelatinosas, não apresentando septos. As paredes são normalmente delgadas a espessas, com pontuações inconspicuamente areoladas mais numerosas nas faces radiais, e destituídas de qualquer tipo de ornamentação.

O comprimento das fibras varia muito dentro da mesma espécie. Como pode ser evidenciado nos Quadros do Apêndice 5. Devido a esta variabilidade, o número necessário de medições a serem efetuadas, exigidas para uma precisão de 90%, é muito alto, sendo por isso de execução inviável.

A determinação da percentagem das classes de comprimento de fibras (Figura 63), conforme os intervalos estabelecidos pela norma COPANT²⁹, proporciona alguns aspectos interessantes que podem auxiliar na separação das espécies. Nos indivíduos pertencentes ao gênero *Rollinia*, especialmente em *Rollinia emarginata*, observa-se maior percentagem de fibras muito curtas e extremamente curtas e reduzida percentagem de fibras curtas. Entretanto, nas demais (*Rollinia sericea*, *Rollinia silvatica* e *Rollinia exalbida*), verificam-se as maiores freqüências de fibras muito curtas e curtas, notando-se particularmente na última elevado percentual de fibras curtas (70%) e até um razoável percentual de fibras longas (15%). Em *Duguetia lanceolata*, *Guatteria australis* e *Xylopia brasiliensis* predominam as fibras consideradas muito curtas e curtas, observando-se na segunda (*Guatteria australis*),

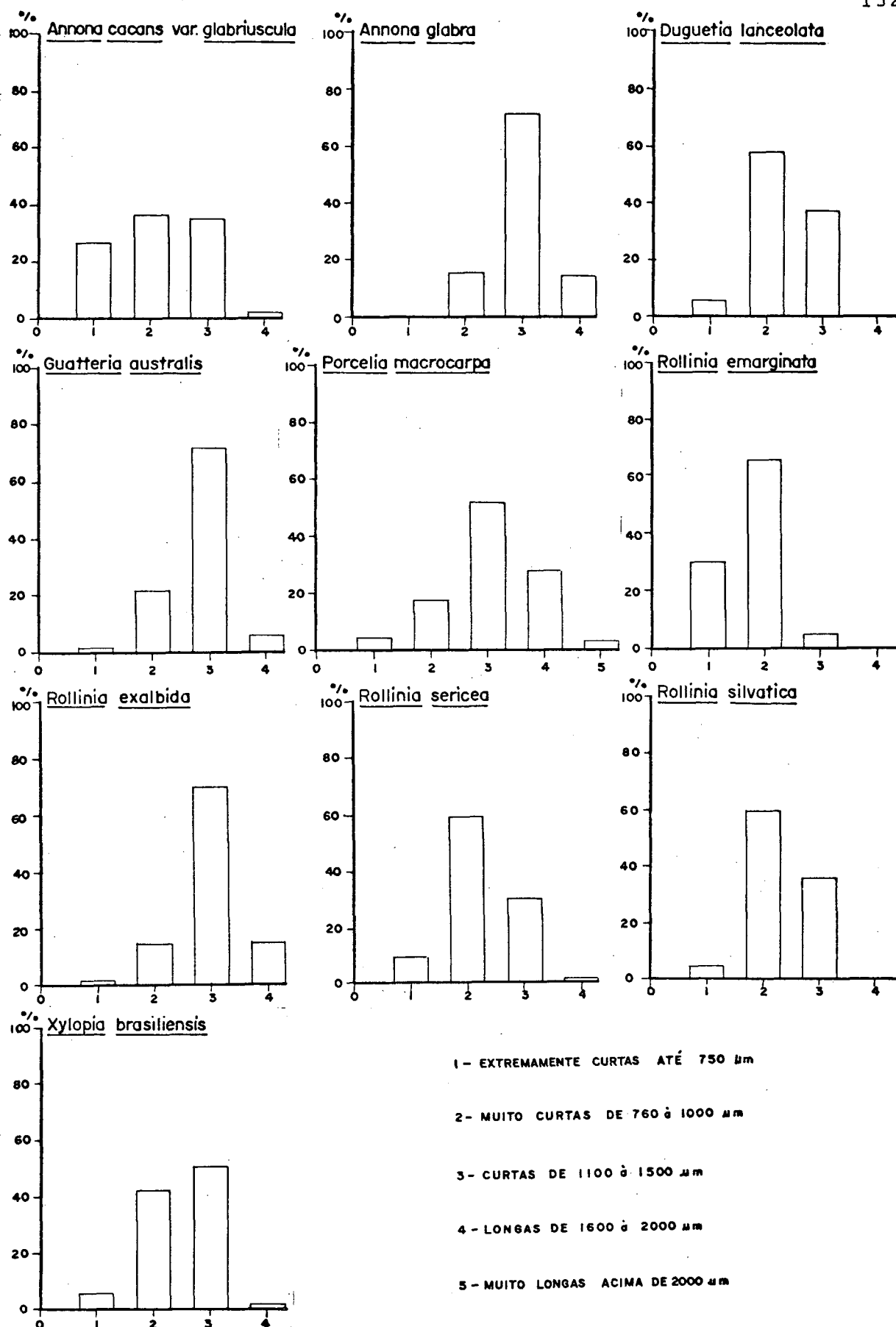


Figura 63. Percentagem das classes de comprimento de fibras (μm), conforme COPANT 30:1-019.

QUADRO 4. Principais aspectos anatômicos qualitativos e quantitativos observados nas madeiras estudadas.

ESPÉCIES	ELEMENTOS VASCULARES RADIAIS	CÉLULAS PERFURADAS DE RAIOS	ESPESSAMENTOS ESPIRALADOS NOS ELEMENTOS DE VASOS	CRISTAIS NO XILEMA	IDIOBLASTOS	PREDOMINÂNCIA DOS RAIOS	ALTURA DOS RAIOS AMPLITUDE (em μ m)	ALTURA DOS RAIOS AMPLITUDE (em células)	AMPLITUDE DE POROS/mm ²
1. <i>Annona cacans</i>	2-5 elementos			Monocristais, isolados, raros, no parênquima axial		Tri (37%) e Tetrasseriados (51%)	220- 670-1550	8-24- 52	1- 6-28
2. <i>Annona glabra</i>	2-5 elementos					Trisseriados (70%)	250- 539-1150	9-22- 50	3- 9-18
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	1 elemento	2-7 células em 1 ou mais fileiras			Células oleíferas nos raios	C/mais de 4 células de largura (91%)	600-1311-3620	25-58-148	11-28-64
4. <i>Guatteria australis</i>	2-5 elementos		Tênuos, nas paredes dos vasos			C/mais de 4 células de largura (67%)	740-1604-3930	25-55-127	1- 6-24
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>						C/mais de 4 células (35%) e Tetrasseriados (30%)	330- 816-1930	11-29- 61	2-16-53
6. <i>Rollinia emarginata</i>		1-3 células em uma fileira				Tri (47%) e Tetrasseriados (40%)	210- 455-1250	8-20-63	7-39-90
7. <i>Rollinia exalbida</i>	1 elemento			Cristais em câmaras no parênquima axial		Tri (40%) e Tetrasseriados (49%)	210- 614-1580	9-26-64	7-21-39
8. <i>Rollinia sericea</i>						Tetrasseriados (48%) e c/ mais de 4 células de largura (28%)	280- 631-1270	11-25-63	2- 5-14
9. <i>Rollinia silvatica</i>						Tetrasseriados (52%) e c/ mais de 4 células de largura (36%)	190- 517-1070	7-24-48	4-18-60
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>						Trisseriados (80%)	350-1009-3070	17-48-147	4-11-27

também um moderado percentual de fibras longas. Sob este as
pecto, a espécie *Porcelia macrocarpa* destaca-se das demais
por apresentar, além de uma predominância de fibras curtas,
significativa freqüência de fibras longas e um reduzido per-
centual de muito longas. Por outro lado, entre as duas espé-
cies estudadas do gênero *Annona* pode-se observar diferenças
marcantes entre os percentuais de comprimento de fibras. Em
Annona cacans nota-se uma certa uniformidade nos percentuais
de fibras extremamente curtas, muito curtas e curtas. Ao con-
trário, em *Annona glabra* não foram observadas fibras extre-
mamente curtas, havendo uma predominância significativa de
fibras curtas (em torno de 72%) e percentuais equivalentes
de fibras muito curtas e longas.

4.4. CHAVE DICOTÔMICA

Como um auxílio na separação e possível identificação
das espécies em estudo foi elaborada a presente chave dico-
tômica, baseada nos aspectos qualitativos e quantitativos ob-
servados na anatomia do xilema secundário. Foram considera-
dos determinados caracteres anatômicos que, não obstante se-
jam de baixa freqüência nestas madeiras, são necessários pa-
ra a separação e reconhecimento das mesmas.

1. a. Presença de vasos radiais e/ou
células perfuradas de raio 5
- b. Ausência de vasos radiais e/ou
células perfuradas de raio 2

2. a. Madeiras com raios multisseriados de altura média inferior a 800 μm , predominantemente tetraseriados ou com mais de 4 células de largura 3
- b. Madeira com raios multisseriados de altura média superior a 1000 μm , predominantemente triseriados (80% dos raios) *Xylopia brasiliensis*
3. a. Madeira de textura média, com poros de diâmetro tangencial médio superior a 100 μm 4
- b. Madeira de textura fina, com poros de diâmetro tangencial médio inferior a 100 μm *Porcelia macrocarpa*
4. a. Madeira com poros pouco numerosos (2 - 6 - 14 poros/ mm^2) *Rollinia sericea*
- b. Madeira com poros numerosos (4 - 19 - 60 poros/ mm^2) *Rollinia silvatica*
5. a. Madeira com poros pouco numerosos e de diâmetro tangencial médio superior a 100 μm 6
- b. Madeira com poros muito numerosos e de diâmetro tangencial médio inferior a 100 μm 8
6. a. Presença de ténues espessamentos espiralados nas paredes dos elementos vasculares; raios multisseriados com altura média superior a 1000 μm *Guatteria australis*

- b. Ausência de espessamentos espi
ralados; raios multisseriados com
altura média inferior a 800 μ m 7
7. a. Raios tetrasseriados mais fre
qüentes (51%) do que trisseria
dos (37%); presença ocasional
de monocristais de oxalato de
cálcio isolados, em células de
parênquima axial *Annona cacans*
- b. Raios tetrasseriados menos fre
qüentes (17%) que trisseriados
(70%); ausência de monocristais
de oxalato de cálcio em células
do parênquima axial *Annona glabra*
8. a. Presença abundante de idioblastos
(células oleíferas) no interior
dos raios multisseriados *Duguetia lanceolata*
- b. Ausência de células oleíferas 9
9. a. Presença abundante de monocris
tais de oxalato de cálcio for
mando séries cristalíferas no
parênquima axial *Rollinia exalbida*
- b. Ausência de monocristais de oxala
to de cálcio no parênquima axial.. *Rollinia emarginata*

4.5. ASPECTOS DE IMPORTÂNCIA FILOGENÉTICA

Certos caracteres anatômicos tanto qualitativos como quantitativos das células iniciais fusiformes do câmbio e dos tecidos que compõem o xilema secundário podem fornecer

aspectos importantes do ponto de vista filogenético da madeira. Deste modo, por meio de determinações estatísticas, são analisadas a seguir as prováveis mudanças que podem ocorrer durante a evolução e especialização das iniciais fusiformes do câmbio e dos elementos estruturais constituintes do xilema.

4.5.1. CÂMBIO

CÉLULAS INICIAIS FUSIFORMES

O comprimento das células iniciais fusiformes e o tipo de arranjo das mesmas no câmbio, são aspectos importantes do ponto de vista filogenético da madeira.

Em todas as 10 espécies estudadas, as células iniciais não estão dispostas em estratos horizontais regulares, sendo provavelmente a divisão cambial do tipo pseudo-transversal.

Através das determinações quantitativas efetuadas em secções longitudinais tangenciais (Quadro 5), existem diferenças significativas entre as espécies, com respeito ao comprimento médio das células iniciais fusiformes do câmbio. A espécie *Xylopia brasiliensis* distingue-se das demais, apresentando a maior média de comprimento, seguida por *Porcelia macrocarpa* e *Guatteria australis*. Em *Annona cacans* var. *glabriuscula*, *Annona glabra*, *Duguetia lanceolata*, *Rollinia exalbida*, *Rollinia sericea*, *Rollinia silvatica* e *Rollinia emarginata* foram observados valores menores. Dentre estas destaca-se *Rollinia emarginata*, a qual difere significativamente das demais, mostrando as células iniciais fusiformes mais curtas.

QUADRO 5. Comprimento das Células Iniciais Fusiformes do câmbio das espécies estudadas (μm).

ESPÉCIES	VALOR MÍNIMO	VALOR MÉDIO	VALOR MÁXIMO
1. <i>Annona cacans</i>	250	442,73 c	610
2. <i>Annona glabra</i>	240	379,90 d	530
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	290	380,77 d	520
4. <i>Guatteria australis</i>	280	495,67 b	700
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	370	507,60 b	710
6. <i>Rollinia emarginata</i>	170	274,20 f	410
7. <i>Rollinia exalbida</i>	190	339,57 e	470
8. <i>Rollinia sericea</i>	280	420,43 c	590
9. <i>Rollinia silvatica</i>	230	361,50 de	540
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	420	601,83 a	800

As médias seguidas por letras idênticas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Na Figura 64, as espécies estão dispostas com base no valor médio de comprimento das células iniciais fusiformes do câmbio em ordem decrescente. Como se pode observar, as espécies *Xylopia brasiliensis*, *Porcelia macrocarpa* e *Guatteria australis* apresentam os maiores valores máximos de comprimento destas células cambiais. Observa-se, por outro lado, em *Rollinia exalbida* e *Rollinia emarginata* os menores valores médios e de amplitudes máximas de comprimento.

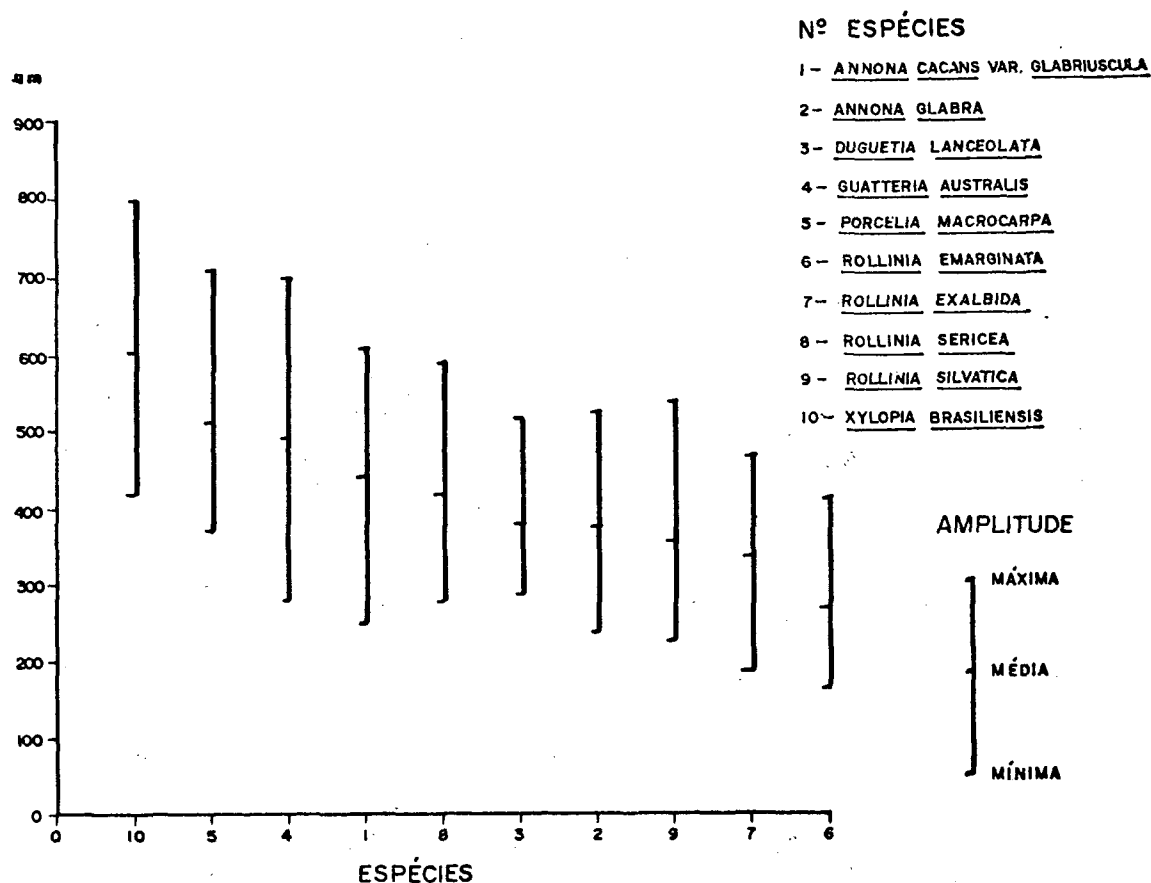


Figura 64. Amplitudes de comprimento das células iniciais fusiformes do câmbio (μm), das espécies em estudo.

4.5.2. XILEMA

FIBRAS

O comprimento das fibras, a proporção de crescimento destas a partir das iniciais fusiformes e a proporção entre

comprimento médio das fibras e comprimento médio dos elementos vasculares (F/V), são aspectos importantes, que podem auxiliar como índice de especialização filogenética na anatomia da madeira.

Nas espécies estudadas, apesar da grande variação intra-específica no comprimento das fibras, poucas são as diferenças significativas, como mostra o Quadro 6, entre as espécies, com relação ao comprimento médio. O maior valor médio de comprimento das fibras é observado na espécie *Porcelia macrocarpa*, o que porém não difere estatisticamente das espécies *Rollinia exalbida*, *Annona glabra*, *Guatteria australis*, *Duguetia lanceolata* e *Xylopia brasiliensis*. Em *Rollinia emarginata* o menor comprimento médio de fibras observado também não mostra muitas diferenças significativas com relação às outras espécies.

Na determinação da percentagem das classes de comprimento de fibras (Figura 63), distingue-se nas espécies *Porcelia macrocarpa*, *Annona glabra*, *Rollinia exalbida* e *Guatteria australis* maior predominância de fibras curtas (1100-1500 μ m) e uma freqüência razoável de fibras longas (1600-2000 μ m). Particularmente, em *Porcelia macrocarpa* observa-se a maior freqüência de fibras longas entre todas as espécies e até um pequeno percentual de muito longas. Em *Duguetia lanceolata*, *Rollinia sericea* e *Rollinia silvatica* verificam-se distribuições semelhantes das classes de comprimento, prevalecendo nestas espécies fibras muito curtas e curtas, não ocorrendo praticamente fibras longas. *Xylopia brasiliensis* e *Annona cacans* apresentam predominantemente fibras muito curtas e curtas, e inexpressivo percentual de

longas. Por outro lado *Rollinia emarginata* destaca-se dentre todas, pelo predomínio das classes de menores comprimentos e reduzida freqüência de fibras curtas.

Correlacionando-se o comprimento médio de fibras e o comprimento médio das células iniciais fusiformes (F/IF) (Quadro 6), verifica-se que a espécie *Xylopia brasiliensis* revela a menor proporção de crescimento das fibras, a partir destas iniciais do câmbio. Como pode ser observado também no Quadro 6 através da correlação entre o comprimento médio das fibras e comprimento médio dos elementos vasculares (F/V) distingue-se novamente em *Xylopia brasiliensis*, seguida pelas espécies *Duguetia lanceolata* e *Guatteria australis*, os menores índices desta proporção. Nas outras espécies analisadas evidenciam-se proporções maiores de crescimento das fibras.

VASOS

Os elementos vasculares são normados como uma estrutura anatômica de grande importância para a análise de possíveis tendências filogenéticas durante sua evolução muitas mudanças em suas características.

Através do comprimento médio dos elementos de vaso (Quadro 7), pode-se notar que existem diferenças significativas entre as espécies estudadas. Constata-se em *Xylopia brasiliensis* o maior comprimento médio dos elementos vasculares, em torno de 551 μm . Em *Guatteria australis*, *Duguetia lanceolata* e *Porcelia macrocarpa* observam-se valores médios superiores a 400 μm de comprimento. Nas demais espécies

QUADRO 6. Relação entre o comprimento médio das fibras (F), com o comprimento médio das iniciais fusiformes (IF) e dos elementos vasculares (V), das espécies em estudo (em μm)

ESPÉCIES	COMPRIMENTO MÉDIO DAS FIBRAS (F)	COMPRIMENTO MÉDIO DAS INICIAIS FUSI- FORMES (IF)	COMPRIMENTO MÉDIO DOS ELEMENTOS VAS- CULARES (V)	PROPORÇÃO (F/IF)	PROPORÇÃO (F/V)
1. <i>Annona cacans</i>	990,17 defghi	442,73 c	346,07 bc	2,24	2,86
2. <i>Annona glabra</i>	1335,33abc	379,90 d	374,73 bc	3,51	3,56
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	1039,93abcdef	380,77 d	423,73 bc	2,73	2,45
4. <i>Guatteria australis</i>	1247,8 abcd	495,65 b	440,13 b	2,52	2,84
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	1357,0 a	507,60 b	422,73 bc	2,67	3,21
6. <i>Rollinia emarginata</i>	810,87 efghi	274,20 f	222,0 d	2,96	3,65
7. <i>Rollinia exalbida</i>	1346,9 ab	339,57 e	338,73 bc	3,97	3,98
8. <i>Rollinia sericea</i>	1012,43 defgh	420,43 c	339,07 bc	2,41	2,99
9. <i>Rollinia silvatica</i>	1026,73 bcdefg	361,50 de	329,8 d	2,84	3,11
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	1084,83abcde	601,83a	551,27 a	1,80	1,97

As médias seguidas por letras idênticas em uma mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

QUADRO 7. Relação entre o comprimento dos elementos vasculares e células iniciais fusiformes (μm).

ESPECIES	ELEMENTOS VASCULARES			INICIAIS FUSIFORMES		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
1. <i>Annona cacans</i>	150	346,07 bc	570	250	442,73 c	610
2. <i>Annona glabra</i>	250	374,73 bc	520	240	379,9 d	530
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	210	423,73 bc	640	290	380,77 d	520
4. <i>Guatteria australis</i>	230	440,13 b	670	280	495,67 b	700
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	150	422,73 bc	630	370	507,6 b	710
6. <i>Rollinia emarginata</i>	90	222,0 d	330	170	274,2 f	410
7. <i>Rollinia exalbida</i>	160	338,73 bc	520	190	339,57 e	470
8. <i>Rollinia sericea</i>	150	339,07 bc	550	280	420,43 c	590
9. <i>Rollinia silvatica</i>	180	329,8 d	480	230	361,5 de	540
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	370	551,27 a	850	420	601,83 a	800

As médias seguidas por letras idênticas em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

pécies dos gêneros *Annona* e *Rollinia*, observam-se valores bastante semelhantes, em geral superiores a 300 μm , excetuando-se *Rollinia emarginata*, que apresenta o menor valor médio de comprimento dos elementos vasculares, em torno de 222 μm .

Através da determinação da percentagem das classes de comprimento dos elementos de vaso (em μm), conforme a norma COPANT²⁹ (Figura 58), evidencia-se principalmente em *Xylopia brasiliensis* a maior freqüência de elementos longos (70%) e até um reduzido percentual de muito longos. Em *Porcelia macrocarpa*, *Guatteria australis* e *Duguetia lanceolata* verifica-se uma redução na freqüência de elementos vasculares longos, em comparação com *Xylopia brasiliensis*, predominando nestas espécies a classe de comprimento de elementos curtos. Já nas demais, pertencentes aos gêneros *Annona* e *Rollinia* aqui analisadas, o maior encurtamento dos elementos vasculares é observado pela marcante predominância de elementos considerados muito curtos e curtos (com até 500 μm de comprimento), havendo um insignificante percentual de elementos longos. Dentre estas espécies, destaca-se *Rollinia emarginata* com os menores comprimentos de elementos vasculares, demonstrado pelo expressivo percentual de elementos muito curtos (com até 300 μm).

Na Figura 59 (III), observa-se que os maiores valores médios de comprimento dos apêndices vasculares foram determinados para as espécies *Xylopia brasiliensis* e *Porcelia macrocarpa*. As outras espécies apresentaram valores médios nitidamente inferiores, tendo a espécie *Rollinia emarginata* demonstrado o mais baixo valor médio de comprimento dos apêndices vasculares.

A proporção entre o comprimento médio de fibras e com

primento médio de elementos de vaso (F/V), já considerada anteriormente, pode teoricamente ser considerada como um índice de especialização filogenética em anatomia da madeira. Desta forma, como pode ser visto no Quadro 6, principalmente *Xylopia brasiliensis*, seguidas pelas espécies *Duguetia lanceolata* e *Guatteria australis* apresentam os menores valores desta correlação.

Na correlação entre o comprimento médio dos elementos de vaso e das células iniciais fusiformes do câmbio, mostrada na Figura 65, as espécies estão dispostas em ordem decrescente em relação aos valores médios de comprimento dos elementos de vaso. *Xylopia brasiliensis*, *Guatteria australis*,

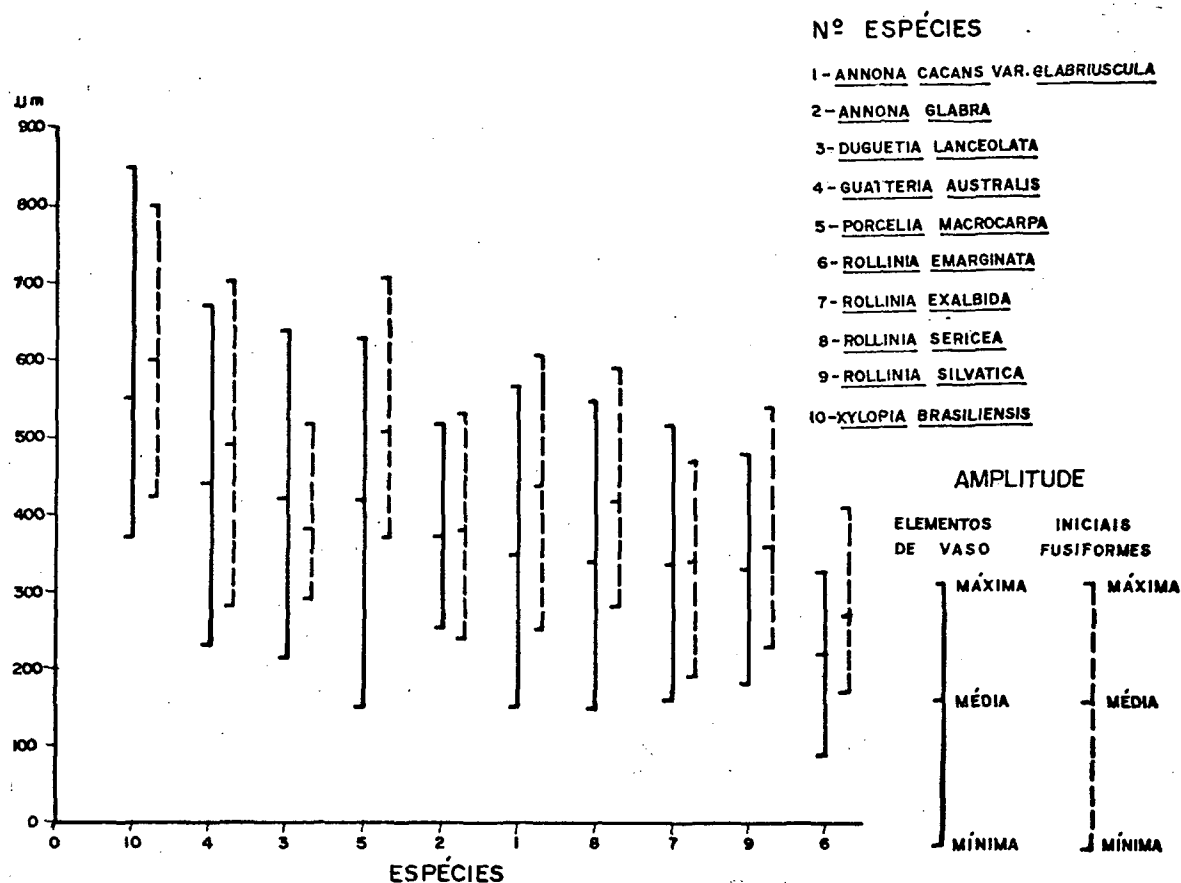


Figura 65. Correlação entre as amplitudes de comprimento dos elementos vasculares e células iniciais fusiformes (μm).

Duguetia lanceolata e *Porcelia macrocarpa* destacam-se das demais por apresentarem os maiores valores médios e máximos de comprimento. Por outro lado, nas espécies dos gêneros *Annona* e *Rollinia* notam-se os menores valores médios e máximos de comprimento destas células.

PARÊNQUIMA AXIAL

O parênquima axial em todas as madeiras estudadas, como mostra o Quadro 8, apresenta uma distribuição bastante semelhante, havendo pouca variação no número de células na largura das faixas apotraqueais. Quando se correlaciona o comprimento médio e a largura média das células de parênquima axial, verificam-se os maiores índices desta correlação nas espécies *Guatteria australis*, *Duguetia lanceolata* e *Xylopia brasiliensis*. Coincidentemente, estas mesmas espécies apresentam as maiores médias de comprimento dos elementos vasculares, como mostra o Quadro 7.

Através do Quadro 9, constata-se algumas diferenças significativas entre as espécies, com respeito ao comprimento médio das séries de células de parênquima axial. Observa-se que *Xylopia brasiliensis* apresenta o maior comprimento médio, seguida por *Guatteria australis*, *Porcelia macrocarpa* e *Duguetia lanceolata*. As menores médias de comprimento são de *Annona cacans*, *Annona glabra* e das espécies estudadas do gênero *Rollinia*, dentre as quais *Rollinia emarginata* apresenta a menor média.

Na Figura 66 correlaciona-se as amplitudes de comprimento das séries de parênquima axial e das células iniciais

QUADRO 8. Relação entre as médias do comprimento e da largura das células de parênquima axial, para cada espécie estudada.

ESPÉCIES	TIPO DE PARÊNQUIMA	COMPRIMENTO MÉDIO DA CÉLULA DE PA- RÊNQUIMA (µm)	LARGURA MÉDIA DA CÉLULA DE PARÊNQUIMA (µm)	PROPORÇÃO ($\frac{CMCP}{LMCP}$)
1. <i>Annona cacans</i>	apotraqueal em faixas de 1-2, até 3 células	102,67	27,61	3,72
2. <i>Annona glabra</i>	apotraqueal em faixas de 1 a 2 células	160,57	28,68	5,59
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	apotraqueal em faixas de 1 a 2 células	186,95	24,67	7,58
4. <i>Guatteria australis</i>	apotraqueal em faixas de 2 a 3 células	212,07	27,97	7,58
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	apotraqueal em faixas de 1 a 2 células	143,55	27,56	5,21
6. <i>Rollinia emarginata</i>	apotraqueal em faixas de 1 a 2 células	96,79	19,65	4,93
7. <i>Rollinia exalbida</i>	apotraqueal em faixas de 1 a 2 células	125,35	25,82	4,85
8. <i>Rollinia sericea</i>	apotraqueal em faixas de 1-2, até 3 células	99,33	28,36	3,50
9. <i>Rollinia silvatica</i>	apotraqueal em faixas de 2 a 3 células	120,81	27,40	4,41
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	apotraqueal em faixas de 1 a 2 células	140,11	23,07	6,07

QUADRO 9. Relação entre o comprimento das séries de células de parênquima axial e iniciais fusiformes do câmbio (μm).

ESPECIES	SÉRIES DE CÉLULAS DE PARÊNQUIMA AXIAL			CÉLULAS INICIAIS FUSIFORMES		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
1. <i>Annona cacans</i>	210	422,07 bcd	700	250	442,73 c	610
2. <i>Annona glabra</i>	280	416 bcde	560	240	379,9 d	530
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	260	430,2 bc	590	290	380,77 d	520
4. <i>Guatteria australis</i>	300	486,93 b	640	280	495,67 b	700
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	250	447,6 bc	570	370	507,6 b	710
6. <i>Rollinia emarginata</i>	160	241 h	460	170	274,2 f	410
7. <i>Rollinia exalbida</i>	250	319,13 cdef	520	190	339,57 e	470
8. <i>Rollinia sericea</i>	220	378,07 cdefg	500	280	420,43 c	590
9. <i>Rollinia silvatica</i>	250	340,93 defg	450	230	361,50 de	540
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	440	610,87a	800	420	601,83a	800

As médias seguidas por letras idênticas em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

fusiformes mostradas no Quadro 9. As espécies estão dispostas em ordem decrescente com base nos valores médios de comprimento das séries do parênquima axial. Observa-se que para todas elas, de um modo geral, existe uma relativa aproximação entre os valores médios de comprimento das séries de parênquima e os das iniciais fusiformes.

Relacionando o comprimento médio das séries de células do parênquima axial e dos elementos vasculares (Quadro 10), verificam-se que os índices da proporção P/V são muito semelhantes, girando em torno de 1,0 para todas as espécies.

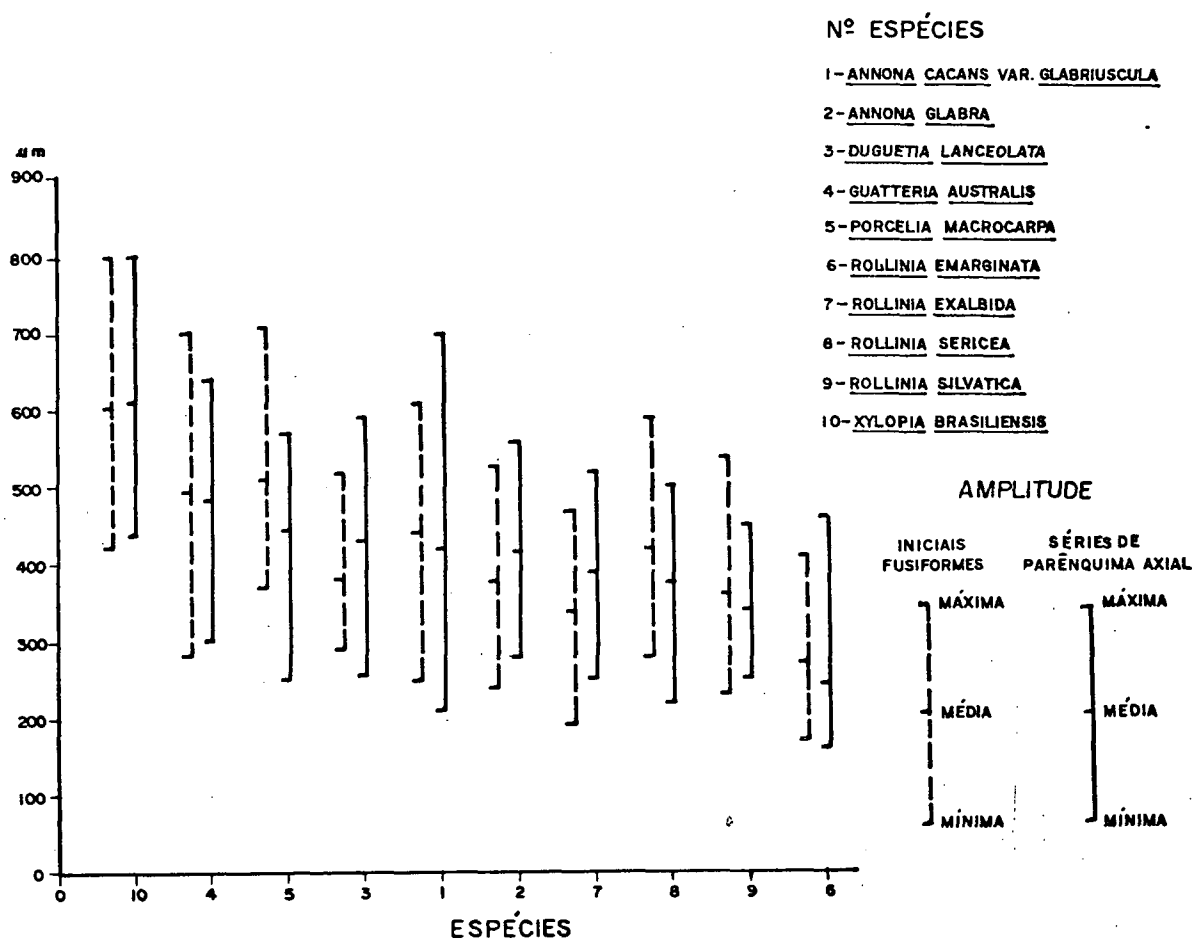


Figura 66. Correlação entre as amplitudes de comprimento das séries de células de parênquima axial e células iniciais fusiformes (μm).

QUADRO 10. Relação entre o comprimento médio das séries de células do parênquima axial e dos elementos vasculares das espécies em estudo.

ESPECIES	SÉRIES DE PARÊN- QUIMA AXIAL (P)	ELEMENTOS VAS- CULARES (V)	PROPORÇÃO (P/V)
1. <i>Annona cacans</i>	422,07 bcd	346,07 bc	1,22
2. <i>Annona glabra</i>	416 bcd	374,73 bc	1,11
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	430,2 bc	423,73 bc	1,02
4. <i>Guatteria australis</i>	486,93 b	440,13 b	1,11
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	447,6 bc	422,73 bc	1,06
6. <i>Rollinia emarginata</i>	241 g	222,0 d	1,09
7. <i>Rollinia exalbida</i>	319,13 e g	338,73 bc	0,94
8. <i>Rollinia sericea</i>	378,07 cde	339,07 bc	1,12
9. <i>Rollinia silvatica</i>	340,93 de	329,8 d	1,03
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	610,87 a	551,27a	1,11

As médias seguidas por letras idênticas em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

RAIOS

O parênquima radial, sob o ponto de vista filogenético, apresenta uma série de significativas tendências de especialização anatômica.

A estrutura dos raios nas 10 espécies estudadas varia desde homogênea, constituída por células procumbentes, a fracamente heterogênea na maioria delas. Ocorrem tanto raios unisseriados como multisseriados, sendo os primeiros menos freqüentes.

Entre as espécies estudadas, como pode ser constatado no Quadro 11, há diferenças significativas, principalmente com relação à altura média em μm dos raios multisseriados. Nota-se também uma variação na largura média em μm e na altura e largura em número de células dos raios multisseriados. *Guatteria australis*, *Duguetia lanceolata* e *Xylopia brasiliensis* apresentam as maiores alturas médias em μm dos raios multisseriados. Com relação à largura média, tanto em μm como em número de células, as espécies *Duguetia lanceolata* e *Guatteria australis* destacam-se das demais. No entanto, nas espécies dos gêneros *Annona*, *Rollinia* e em *Porcelia macrocarpa*, predominam as médias mais baixas de altura e largura (em μm e número de células).

Através da relação entre a altura e largura médias em número de células dos raios multisseriados, mostrada na Figura 67, verifica-se que as espécies *Duguetia lanceolata*, *Guatteria australis* e *Xylopia brasiliensis* distinguem-se das outras, devido ao número elevado de células na altura dos raios. Considerando-se, por outro lado, as demais espécies,

QUADRO 11. Dados quantitativos dos raios multísseariados das espécies em estudo.

ESPÉCIES	ALTURA MÉDIA (μm)	LARGURA MÉDIA (μm)	AMPLITUDE DA ALTURA EM CÉ- LULAS	AMPLITUDE DA LARGURA EM CÉ- LULAS
1. <i>Annona cacans</i>	670,53 cd	58,5	8 - <u>24</u> - 52	2 - <u>3,6</u> - 5
2. <i>Annona glabra</i>	539,0 d	53,11	9 - <u>21</u> - 50	2 - <u>3,0</u> - 4
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	1311,53ab	100,0	25 - <u>58</u> - 148	2 - <u>6,5</u> - 12
4. <i>Guatteria australis</i>	1604,67a	106,34	25 - <u>55</u> - 127	2 - <u>4,9</u> - 9
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	816,4 cd	71,65	11 - <u>28</u> - 61	2 - <u>4,1</u> - 7
6. <i>Rollinia emarginata</i>	455,2 d	62,33	8 - <u>20</u> - 63	2 - <u>3,4</u> - 5
7. <i>Rollinia exalbida</i>	614,2 d	57,89	9 - <u>26</u> - 64	2 - <u>3,6</u> - 6
8. <i>Rollinia sericea</i>	631,53 cd	59,25	11 - <u>25</u> - 63	2 - <u>3,9</u> - 7
9. <i>Rollinia silvatica</i>	517,0 d	63,16	7 - <u>23</u> - 48	2 - <u>4,2</u> - 6
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	1009,07 bc	35,75	17 - <u>48</u> - 147	2 - <u>2,9</u> - 4

As médias seguidas por letras idênticas em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

não há entre elas uma nítida diferença na altura e largura dos raios em número de células.

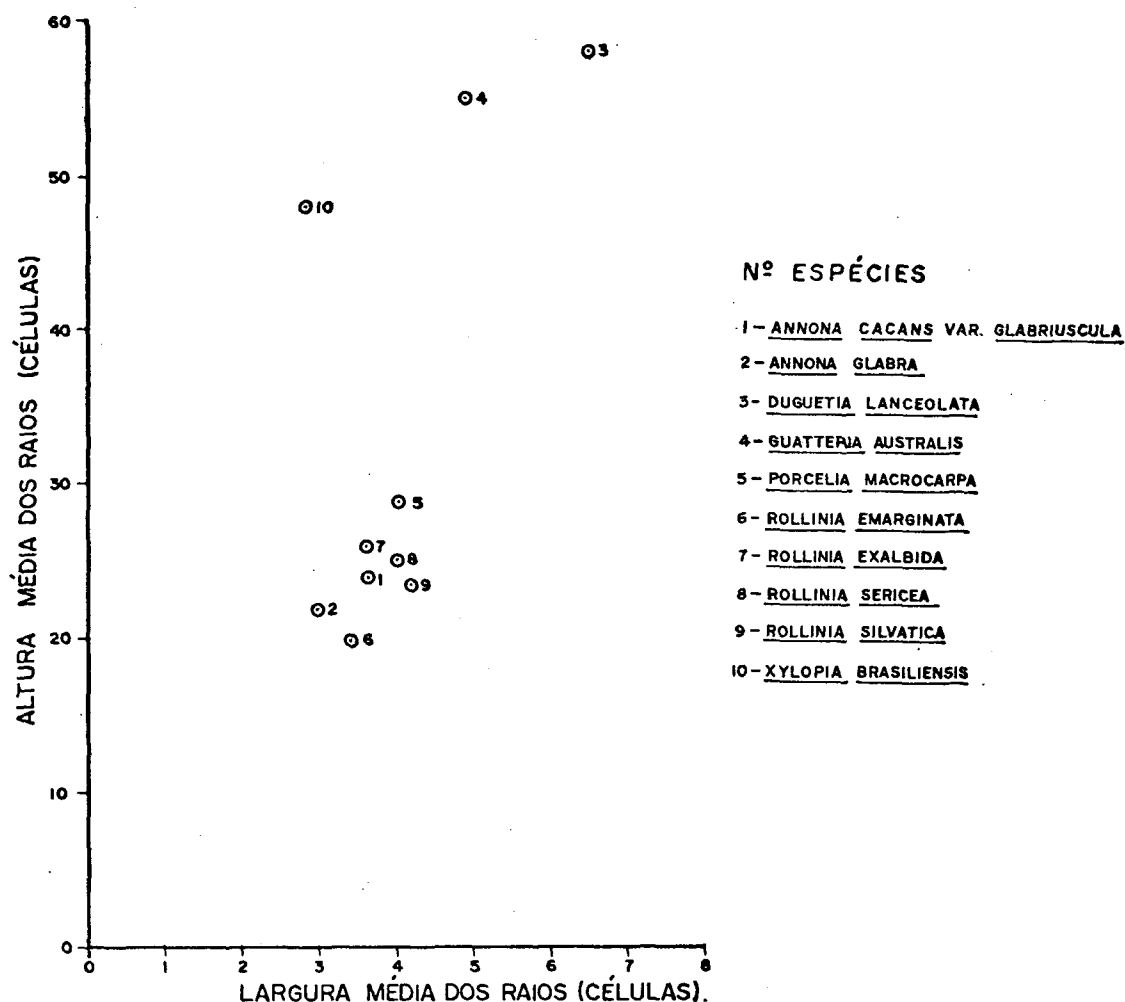


Figura 67. Relação entre a altura e largura dos raios multisseriados em células das espécies estudadas.

4.6. INFLUÊNCIAS ECOLÓGICAS

No Quadro 12, considera-se especialmente o efeito do fator ecológico, precipitação média anual sobre o comprimento dos elementos vasculares. Constata-se entre as espécies algumas diferenças significativas quanto ao comprimento médio destes elementos, embora a taxa de precipitação não apresente grandes variações entre as áreas de procedência do material em estudo.

Das espécies estudadas, nota-se que *Xylopia brasiliensis*,

QUADRO 12. Influência do fator ecológico, precipitação média anual, sobre o comprimento médio dos elementos vasculares das espécies em estudo.

ESPÉCIES	PROCEDÊNCIA	HABITAT	PRECIPITAÇÃO TOTAL MÉDIA ANUAL (mm)	COMPRIMENTO DOS ELEMENTOS VASCULARES (µm)		
				Mínimo	Médio	Máximo
1. <i>Annona cacans</i>	Canelinha	mata úmida e capoeirão	1600 - 1700	150	- 346,07 bc	- 570
2. <i>Annona glabra</i>	Tijucas	Restinga	1600 - 1700	250	- 374,73 bc	- 520
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	Tijucas	Mata de encostas secas	1600 - 1700	210	- 423,73 bc	- 640
4. <i>Guatteria australis</i>	Brusque	Mata úmida	1600 - 1700	230	- 440,13 b	- 670
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	Florianópolis	Mata úmida	1300 - 1400	150	- 422,73 bc	- 630
6. <i>Rollinia emarginata</i>	Florianópolis	Dunas	1300 - 1400	90	- 222 d	- 330
7. <i>Rollinia exalbida</i>	Florianópolis	Mata úmida	1300 - 1400	160	- 338,73 bc	- 520
8. <i>Rollinia sericea</i>	Canelinha	Mata úmida	1600 - 1700	150	- 339,07 bc	- 550
9. <i>Rollinia silvatica</i>	Canelinha	Mata úmida e capoeira	1600 - 1700	180	- 329,8 c	- 480
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	Brusque	Mata seca	1600 - 1700	370	- 551,27a	- 850

As médias seguidas por letras idênticas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

com a maior média de comprimento dos elementos vasculares, 551 μm , longos, cresce em áreas de matas secas onde a precipitação média anual é de 1600 - 1700 mm. O outro extremo é observado em *Rollinia emarginata*, com menor valor médio de comprimento, em torno de 222 μm , muito curtos, a qual desenvolve-se em áreas de dunas (terrenos arenosos e salinos), onde a precipitação média anual é de 1300-1400 mm. No entanto, verifica-se entre estes dois extremos uma razoável variação no comprimento médio dos elementos de vaso entre as demais espécies analisadas. Em *Duguetia lanceolata* e *Guatteria australis*, crescendo em habitats onde a precipitação média anual é de 1600-1700 mm, os valores médios de comprimento dos elementos vasculares são superiores a 400 μm . Para *Porcelia macrocarpa*, a qual cresce em um local onde a taxa de precipitação média anual varia entre 1300-1400 mm, também se observa uma média de comprimento maior do que 400 μm . Nas espécies *Annona cacans*, *Annona glabra*, *Rollinia exalbida*, *Rollinia sericea* e *Rollinia silvatica*, as quais ocorrem em áreas onde a precipitação média anual é bastante semelhante, evidenciam-se valores médios de comprimento superiores a pouco mais de 300 μm .

Os índices de vulnerabilidade e mesomorfia para as espécies estudadas são mostrados no Quadro 13. Como pode ser observado, elas mostram uma relativa variação nestes índices. Os resultados mais baixos de vulnerabilidade e mesomorfia são constatados em *Rollinia emarginata*, *Duguetia lanceolata*, *Rollinia exalbida*, *Rollinia silvatica* e *Porcelia macrocarpa*. Por outro lado, nas espécies *Annona cacans*, *Annona glabra*, *Guatteria australis*, *Rollinia sericea* e *Xylopia brasiliensis* os índices obtidos são marcadamente superiores.

QUADRO 13. Índices de vulnerabilidade e mesomorfia obtidos das 10 espécies estudadas.

ESPÉCIES	HABITAT	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (mm)	DIÂMETRO MÉDIO DOS VASOS (μ m)	MÉDIA DE VASOS/ mm ²	COMPRIMENTO MÉDIO DOS ELEMENTOS VASCULARES (μ m)	VULNERABILIDADE	MESOMORFIA
1. <i>Annona cacans</i>	Mata Úmida e Capoeirão	1600 - 1700	125,45	6,2	346,07	20,23	7001,0
2. <i>Annona glabra</i>	Restinga	1600 - 1700	103,4	9,39	374,73	11,01	4125,8
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	Mata de En- costas Secas	1600 - 1700	94,85	28,17	423,73	3,37	1428,0
4. <i>Guatteria australis</i>	Mata Úmida	1600 - 1700	143,89	6,43	440,13	22,38	9850,1
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	Mata Úmida	1300 - 1400	99,58	16,25	422,73	6,13	2591,3
6. <i>Rollinia emarginata</i>	Dunas	1300 - 1400	59,94	39,52	222,0	1,52	337,4
7. <i>Rollinia exalbida</i>	Mata Úmida	1300 - 1400	77,07	20,8	338,73	3,71	1256,7
8. <i>Rollinia sericea</i>	Mata Úmida	1600 - 1700	133,62	5,52	339,07	24,21	8208,9
9. <i>Rollinia silvatica</i>	Mata Úmida e Capoeira	1600 - 1700	102,55	18,28	329,8	5,61	1850,2
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	Mata Seca	1600 - 1700	119,09	10,93	551,27	10,90	6008,8

5. DISCUSSÃO

5.1. ESTRUTURA ANATÔMICA DO XILEMA

As estruturas anatômicas das madeiras analisadas neste estudo mostraram, de modo geral, uma grande homogeneidade. Verifica-se uma certa dificuldade em separar e identificar estas espécies de *Annonaceae*, concordando neste aspecto com as afirmações de HESS⁵¹, INGLE & DADSWELL⁵⁴ e WYK & CANRIGHT⁹³.

A presença de poucos aspectos anatômicos qualitativos, de valor diagnóstico como auxílio à identificação, torna imprescindível a utilização dos caracteres quantitativos das estruturas do lenho, visando a separação e reconhecimento de grupos taxonômicos tão homogêneos. A dificuldade em separar estas espécies foi especialmente observada por ocasião da elaboração da chave dicotômica incluída neste trabalho. Deve-se ressaltar que só foi possível confeccioná-la empregando-se certos aspectos estruturais qualitativos e quantitativos que, embora sejam de valor para a identificação destas madeiras, necessitam de observações microscópicas muito minuciosas para sua utilização.

Em todas as espécies existe pouca variabilidade inter-específica quanto à distribuição e arranjo dos vasos e tipo de placa de perfuração dos elementos vasculares. A porosidade é tipicamente difusa uniforme, com os poros tanto solitários

rios como em arranjos múltiplos radiais de 2 - 4, raramente 5, vasos agrupados. A placa de perfuração é exclusivamente do tipo simples, com paredes terminais transversais a levemente oblíquas. Estas características constatadas nas espécies deste estudo condizem de um modo geral com os aspectos descritos por WYK & CANRIGHT⁹³ e METCALFE & CHALK⁷⁰ para a família *Annonaceae*. Entretanto, HERINGER & PAULA⁵⁰ afirmam que em *Annona glabra* L. a porosidade é difusa, às vezes dendrítica. Todavia, a mesma espécie neste trabalho apresenta distribuição tipicamente difusa uniforme, não tendo sido observada a disposição dendrítica dos vasos.

As pontuações intervasculares, parênquimo-vasculares e rádio-vasculares não apresentam, para a maioria destas espécies, importantes caracteres de valor diagnóstico inter-específico. A presença ou ausência de aberturas coalescentes nas pontuações é bastante variável dentro de uma mesma espécie. Contudo, em *Duguetia lanceolata*, o tamanho das pontuações intervasculares, parênquimo-vasculares e rádio-vasculares é um caracter com certo valor diagnóstico para a espécie, devido às suas dimensões muito pequenas, que variam de 3-5 µm de diâmetro.

As características anatômicas evidenciadas nas pontuações intervasculares, parênquimo-vasculares e rádio-vasculares quanto à disposição, formato e tamanho concordam com as observadas por GARRATT⁴⁵ e METCALFE & CHALK⁷⁰. Porém, a afirmação de WYK & CANRIGHT⁹³, que há uma tendência das pontuações intervasculares serem opostas em espécies do gênero *Annona* não foi observada nas duas espécies estudadas (*Annona cacans* var. *glabriuscula* e *Annona glabra* L.).

A presença de inclusões orgânicas nos elementos de vaso geralmente é pouco freqüente. Quando de sua ocorrência, é usualmente pouca densa e com aspecto semelhante a gomo - resina, obstruindo parcialmente o lúmen dos poros. Nenhum tipo de inclusão inorgânica, como sílica, oxalato ou carbonato de cálcio, foi observado nos vasos destas espécies. Entretanto, HERINGER & PAULA⁵⁰ relataram para *Annona glabra* L., espécie também descrita neste trabalho, a presença de sílica, oxalato de cálcio e carbonato nos elementos vasculares.

As paredes dos elementos vasculares normalmente não apresentam qualquer tipo de ornamentação, como espessamentos espiralados ou estriações, com exceção de *Guatteria australis* onde foram observados tênues espessamentos espiralados nas paredes dos elementos de vaso, especialmente próximos às suas extremidades. Este aspecto não havia sido reportado na literatura concernente a esta espécie, somente em *Guatteria slateri* Standl., para a qual RECORD & HESS⁷⁹ salientam a presença de finas estriações nos elementos vasculares.

Os elementos de vaso na maioria das espécies são relativamente curtos, com a média variando entre 200-500 μ m de comprimento, concordando com METCALFE & CHALK⁷⁰ e WYK & CANRIGHT⁹³ neste aspecto. Existe uma variação no comprimento dos elementos vasculares a nível intra-específico, entretanto, através da determinação da percentagem das classes de comprimento dos elementos vasculares (Figura 58), pode - se melhor verificar as variações que ocorrem no comprimento destes elementos entre as espécies.

Conforme pode ser evidenciado nos quadros do Apêndice 5, o número de medições efetuadas para o diâmetro tangencial

de poros de todas as espécies estudadas é bastante superior ao exigido para uma precisão de 90%. Isto deve-se ao fato da baixa variabilidade intra-específica observada neste caracter. Porém, o diâmetro tangencial dos poros demonstra diferenças inter-específicas de considerável valor diagnóstico, o que o torna freqüentemente utilizável como um auxílio à separação e identificação destas espécies.

A freqüência média de poros/mm² entre as espécies apresenta variações inter-específicas que também podem contribuir para o reconhecimento das mesmas. Este aspecto condiz com a conclusão de WYK & CANRIGHT⁹³ que o caracter freqüência de poros/mm² em *Annonaceae* é de algum valor diagnóstico.

A presença de vasos radiais e/ou células perfuradas de raio foi observada pela primeira vez em *Annonaceae* (BOTOSSO & GOMES¹²), ocorrendo em algumas das espécies deste trabalho. Estes aspectos até então, não haviam sido registrados na literatura para a família. A constatação destas estruturas especiais no interior dos raios, é de relativo valor diagnóstico para o reconhecimento destas espécies. Deve-se mencionar que os vasos radiais e/ou células perfuradas de raio são de ocorrência infreqüente e difíceis de serem encontrados.

O padrão dos vasos radiais, encontrados neste estudo, apresenta algumas diferenças daquele observado por VLIET^{88,89} em *Combretaceae*, especialmente quanto aos aspectos de comprimento em número de elementos de vasos radiais, formando sempre curtas conexões radiais, e a disposição das placas de perfuração. Os vasos radiais foram observados em ambas as

partes uni- e multisseriadas dos raios multisseriados, como curtos vasos com 1 a 5 elementos vasculares radiais. VLIET^{88,89} constatou esta estrutura somente em raios unisseriados e margens unisseriadas de raios multisseriados, com um número máximo de até 29 células registradas para um vaso radial.

As características evidenciadas nestes vasos radiais, tais como: posição, comprimento e formato das células, concordam com a afirmação de VLIET^{88,89}, de que eles se originaram de células iniciais radiais do câmbio. Entretanto, a presença nestas células de placas de perfuração simples, pontuações areoladas nas paredes laterais, e o comprimento substancial dos elementos revelam aspectos típicos de verdadeiros elementos de vaso.

A presença de duas perfurações simples nas paredes radiais opostas do elemento vascular radial de *Rollinia exalbida*, embora seja similar a uma "célula perfurada de raio" (Figura 47), é realmente um elemento vascular radial. Isto porque, nota-se que a célula é radialmente alongada e as duas perfurações não são coincidentes.

Perfurações nas células de raio já foram anteriormente descritas na literatura para várias famílias. Estas perfurações entretanto foram sempre encontradas nas paredes radiais entre uma célula de raio e um elemento de vaso. Tais células de raio tem duas perfurações, uma em cada parede longitudinal radial, que servem como um elo de ligação entre dois elementos de vaso axial, desviados de seu curso vertical e atravessando obliquamente o raio. Semelhantes células foram constatadas pela primeira vez para a família *Annonaceae* (BOTOSSO & GOMES¹²) nas espécies *Duguetia lanceolata* e

Rollinia emarginata, analisadas neste estudo. As características observadas nestas células concordam com as descritas por CHALK & CHATTAWAY¹⁹, CARLQUIST¹⁵ e McLEAN & RICHARDSON⁶⁹, os quais referem-se a esta estrutura, como "células perfuradas de raio".

As células perfuradas de raio observadas nestas espécies apresentam placas de perfuração exclusivamente do tipo simples, pontuações areoladas alternas nas paredes laterais, semelhantes às intervasculares. Estes aspectos anatômicos concordam com os descritos por McLEAN & RICHARDSON⁶⁹ e CARLQUIST¹⁵ para outras famílias.

Com relação ao seu formato e posição, provavelmente derivaram de iniciais radiais e não de iniciais fusiformes do câmbio. Esta observação, com base nas características mostradas, reforça a afirmação de CHALK & CHATTAWAY¹⁹ e CARLQUIST¹⁵ a este respeito.

A ocorrência destes curtos vasos radiais, desenvolvendo-se sempre como uma conexão entre dois segmentos axiais de vasos, e a presença de fileiras de células perfuradas de raio, sugerem que este padrão seja típico para as espécies da família *Annonaceae*. Entretanto, devido à sua ampla distribuição em todo mundo, somente um estudo mais amplo das espécies desta família poderia comprovar esta afirmação. Outro importante aspecto numa pesquisa mais ampla, seria o estudo ontogenético destas espécies, procurando obter alguma informação acerca da diferenciação dos vasos radiais e células perfuradas de raio a partir das iniciais radiais do câmbio.

O parênquima axial observado em todas as espécies analisadas é bastante uniforme quanto ao tipo de distribuição,

apresentando poucos aspectos de valor diagnóstico a nível específico. No entanto, é um importante caracter para delimitar os membros desta família, como salientado por WYK & CANRIGHT⁹³. A distribuição é predominantemente apotraqueal em finas faixas concêntricas, concordando com as características comumente citadas por SOLEREDER⁸³, EAMES³⁴, RECORD & HESS⁷⁹, METCALFE & CHALK⁷⁰ e WYK & CANRIGHT⁹³ para a família *Annonaceae*, embora haja algumas diferenças entre as espécies com respeito à freqüência, arranjo e conteúdo de suas células. Também parênquima do tipo paratraqueal vasicêntrico é observado ocasionalmente em algumas espécies. Porém, não é possível utilizá-lo como um caracter de valor diagnóstico para as espécies, devido à sua grande inconstância intra-específica e à sua escassez, quando presente.

O comprimento médio das séries de células de parênquima axial, como demonstrado no Quadro 10, apresentou algumas diferenças significativamente importantes entre as espécies. Estas diferenças quantitativas são aspectos de valor em especial para separar *Xylopia brasiliensis* e *Rollinia emarginata*, visto que ambas são as únicas que apresentaram valores médios estatisticamente diferentes entre si, e em comparação com as outras.

As células de parênquima axial, em todas as espécies analisadas, quando vistas em secção longitudinal tangencial são arranjadas em fileiras irregulares, não estratificadas. Alguma sugestão de estratificação deste tecido somente é verificada em secção longitudinal radial, sem qualquer valor para a identificação destas espécies. Este aspecto contraria a afirmação de METCALFE & CHALK⁷⁰ e WYK & CANRIGHT⁹³, os

quais salientam que o parênquima axial é estratificado em alguns gêneros. METCALFE & CHALK⁷⁰ citam estratificação nos gêneros *Annona* e *Rollinia*, e fracamente estratificado em *Guatteria*. Da mesma forma, WYK & CANRIGHT⁹³ salientam que alguma estratificação é observada na madeira de *Annonaceae*, porém estes autores acrescentam que este aspecto é mais exceção do que regra geral.

A presença de monocristais de oxalato de cálcio, ocorrendo em células do parênquima axial com grande freqüência em todas as amostras estudadas de *Rollinia exalbida*, é uma característica importante para a separação e identificação da espécie. Todavia, a presença destas inclusões inorgânicas em *Annona cacans* é de pouco valor diagnóstico para a espécies, devido à sua baixa freqüência.

Os raios das espécies estudadas são predominantemente homogêneos a fracamente heterogêneos, concordando com as características gerais descritas por METCALFE & CHALK⁷⁰ e WYK & CANRIGHT⁹³ para a família *Annonaceae*. Embora o número de espécies estudadas em cada gênero seja muito pequeno, observa-se uma variação no tipo e tamanho dos raios entre alguns gêneros, o que dificulta a classificação quanto ao tipo dos raios com base na restrita classificação proposta por KRIBS. Os raios multisseriados apresentaram, em algumas destas espécies, uma grande variabilidade na altura em μm e número de células.

Como pode ser visto no Quadro 11, a altura e largura dos raios multisseriados (em μm e número de células), são aspectos quantitativos importantes como auxílio à separação, especialmente de *Guatteria australis*, *Duguetia lanceolata* e

Xylopia brasiliensis das demais espécies deste trabalho, concordando com METCALFE & CHALK⁷⁰ sobre a importância das características dos raios na separação e identificação de espécies.

A presença de idióblastos (células oleíferas) comumente encontrados no interior dos raios multisseriados de *Duguetia lanceolata* é uma característica de grande valor para identificar esta espécie, considerando-se que este caracter não foi observado nas outras espécies incluídas neste estudo. Neste caso, há uma concordância com GARRATT⁴⁵, RECORD & HESS⁷⁹ e WYK & CANRIGHT⁹³, os quais citam a ocorrência destas células nos raios de espécies do gênero *Duguetia*. Contudo, a presença de células oleíferas em espécies dos gêneros *Guatteria* e *Xylopia* como foi relatada por WYK & CANRIGHT⁹³ e HESS⁵¹, não foi observada em *Guatteria australis* e *Xylopia brasiliensis*.

As fibras das madeiras aqui consideradas são relativamente curtas, não ornamentadas, não septadas, de paredes finas a espessas; com pontuações simples ou inconspicuamente areoladas, numerosas, especialmente nas paredes radiais. Estas características observadas, apesar de alguma variação no comprimento, diâmetro e aspecto das pontuações das fibras, concordam com os caracteres descritos por WYK & CANRIGHT⁹³, METCALFE & CHALK⁷⁰, GARRATT⁴⁵ e WELLE & RODDEN⁹² para as fibras de *Annonaceae*.

Em todas as espécies estudadas as fibras apresentam poucos caracteres de valor diagnóstico inter-específico. Verificou-se uma grande variabilidade no comprimento das fibras a nível de espécie. Conseqüentemente, o comprimento das

obter considerações importantes acerca de prováveis mudanças durante a evolução e especialização de certos elementos estruturais, concordando com BAILEY⁹ a este respeito.

5.2.1. CÂMBIO

CÉLULAS INICIAIS FUSIFORMES

As características gerais observadas no câmbio destas espécies, tais como células iniciais fusiformes curtas a relativamente longas, arranjadas em estratos irregulares devido a divisão cambial provavelmente do tipo pseudo-transversal, concordam com os aspectos normalmente considerados por BAILEY⁶, CHALK & CHATTAWAY²⁰, COZZO³⁰ e METCALFE & CHALK⁷⁰, como usualmente observados em espécies possuindo madeira pouco evoluída anatomicamente.

A variação no comprimento das células iniciais fusiformes dentro de cada espécie era de se esperar. Como foi salientado por BAILEY⁹, o comprimento destas células varia um pouco em diferentes partes da planta adulta e em plantas crescendo sob diferentes condições ambientais.

Entre as espécies estudadas constatou-se que existem algumas diferenças significativas em relação ao comprimento médio das iniciais fusiformes. Verificou-se através do Quadro 5 e Figura 64 que especialmente *Xylopia brasiliensis*, *Porcelia macrocarpa* e *Guatteria australis* destacaram-se das demais, por apresentarem os maiores valores médios e máximos de comprimento destas células. Entretanto, observou-se em relação às outras espécies estudadas uma nítida redução no

fibras nestas espécies pode ser melhor caracterizado pela de terminação da frequência das diferentes classes de comprimento (Figura 63) do que pelo simples estabelecimento de um va lor médio.

Em *Duguetia lanceolata* e *Xylopia brasiliensis* não fora m observadas fibras gelatinosas. No entanto RECORD & HESS⁷⁹, citam sua ocorrência em espécies destes gêneros; porém, não mencionam quais espécies foram analisadas, tornando-se impossí vel saber se as deste trabalho foram consideradas por RECO RD & HESS⁷⁹.

5.2. CONSIDERAÇÕES FILOGENÉTICAS DAS ESTRUTURAS ANATÔMICAS

As características anatômicas de valor filogenético, em todas as madeiras estudadas, revelam um notável grau de uniformidade. Evidencia-se, de modo geral, que as estrutu ras anatômicas do xilema secundário destas espécies sugerem um nível razoável de especialização, concordando deste modo com a afirmação de WYK & CANRIGHT⁹³ de que a madeira de *Annonaceae* anatomicamente não é tão primitiva. Porém, ao mesmo tempo em que foram observadas estruturas anatômicas conside radas evoluídas, observou-se também em um mesmo tecido cara cterísticas mais comumente encontradas em madeiras primiti vas. Das observações realizadas neste sentido, há uma conco rdância geral com a afirmação de HUTCHINSON⁵³, CHOWDHURY²⁸ e CRONQUIST³¹, de que a evolução não ocorre rigorosamente sincronizada em diferentes órgãos de uma planta, nem em difere ntes elementos de um mesmo tecido.

Das correlações estatísticas efetuadas foi possível

comprimento médio destas células iniciais do câmbio. Portanto, considerando-se as afirmações de BAILEY & TUPPER⁴, BAILEY⁵, os resultados obtidos sugerem que provavelmente as madeiras de *Xylopia brasiliensis*, *Porcelia macrocarpa* e *Guatteria australis*, sejam as menos especializadas.

Os elementos axiais do xilema secundário das madeiras são originados a partir de células iniciais fusiformes do câmbio. As variações que ocorrem nas características dimensionais das fibras, elementos de vaso e células de parênquima axial, as quais são de grande valor do ponto de vista filogenético, são amplamente influenciadas pelo comprimento das iniciais fusiformes. Deve-se considerar também, a proporção de crescimento de suas derivadas, não obstante as várias condições internas das plantas e as diferentes condições ambientais a que elas estão sujeitas.

5.2.2. XILEMA

FIBRAS

Nas espécies estudadas neste trabalho as fibras parecem ter atingido um nível razoável de especialização. Elas são geralmente curtas e de paredes relativamente espessas, combinando com as observações de WYK & CANRIGHT⁹³.

Em todas as espécies observa-se com grande frequência nas fibras, numerosas pontuações nas paredes radiais e tangenciais de tamanho reduzido, sendo que as areólas, quando presentes, são geralmente muito estreitas e quase indistintas. Desta forma, não se pode considerar, como foi dito por

WYK & CANRIGHT⁹³ que estes elementos celulares sejam essencialmente fibras libriformes, visto que podem ocorrer pequenas variações estruturais nas paredes celulares entre fibro-traqueóides e fibras. Portanto, as características evidenciadas nestes elementos sugerem um grau razoável de especialização e não um caracter altamente evoluído, como ocorre em madeiras com típicas fibras libriformes. Neste caso há uma certa concordância com a opinião de EAMES & McDANIELS³⁵ que uma linha de especialização entre fibro-traqueóides e fibras não pode, naturalmente, ser delineada.

O comprimento das fibras, a proporção de crescimento a partir das células iniciais fusiformes e a proporção entre o comprimento médio das fibras e comprimento dos elementos de vasos (F/V), são aspectos importantes como índices de especialização filogenética na anatomia da madeira.

Os valores médios de comprimento das fibras entre as espécies estudadas não proporcionam dados que possam ser significativos do ponto de vista filogenético. Isto era de se esperar pois, como salientado por BAILEY & TUPPER⁴, o comprimento das fibras varia em função de alguns fatores, como o comprimento das iniciais fusiformes das quais são derivadas, a proporção de crescimento que sofrem a partir destas células cambiais e as condições internas da planta.

Através da análise da percentagem das classes de comprimento de fibras (Figura 63), em *Porcelia macrocarpa*, *Annona glabra*, *Rollinia exalbida* e *Guatteria australis*, nas quais predominam fibras curtas (1100 - 1500 µm), verificaram-se as maiores frequências de fibras longas (1600-2000 µm) em comparação com as outras espécies analisadas. Observou-se,

nas demais, uma certa redução percentual das classes de maiores comprimentos de fibras. Admitindo-se que, com o aumento da especialização, a tendência é ocorrer uma diminuição no comprimento das fibras, os maiores percentuais de fibras longas observadas nas espécies citadas acima, sugerem que estas sejam as menos evoluídas neste aspecto.

As correlações entre o comprimento médio das fibras e das iniciais fusiformes (F/IF) e entre o comprimento médio das fibras e dos elementos vasculares (F/V), (Quadro 6), as quais segundo CHATTAWAY²² refletem a especialização da madeira, demonstraram para *Xylopia brasiliensis* os menores valores para ambas correlações. Para esse autor, em espécies consideradas primitivas existe pouco crescimento das derivadas do câmbio. Portanto, baixos índices observados sugerem, teoricamente, uma provável primitividade desta espécie. Verificou-se também, que *Duguetia lanceolata* e *Guatteria australis*, juntamente com *Xylopia brasiliensis* mostraram os menores valores da relação (F/V). Considerando-se que para MILLER⁷¹, o valor desta proporção quanto mais próximo de 1 (um) revela menor especialização, presumivelmente estas espécies mencionadas são as menos evoluídas sob este aspecto.

VASOS

As características estruturais observadas nos elementos de vaso destas espécies, tais como: placa de perfuração exclusivamente do tipo simples, elementos vasculares relativamente curtos, paredes terminais transversais a levemente oblíquas e pontuações intervasculares em disposição alterna,

são consideradas altamente evoluídas anatomicamente por BAILEY & TUPPER⁴, BAILEY^{7,9}, EAMES³⁴ e FROST^{43,44}. Contudo, apesar dos elementos vasculares nestas espécies refletirem geralmente um nível especializado sob alguns aspectos, verificou-se no entanto, que há uma tendência a poros solitários em todas as madeiras, como também quanto ao tipo de distribuição dos vasos em arranjo difuso uniforme, que são caracteres normalmente constatados em espécies não evoluídas, conforme GILBERT⁴⁶ e EAMES³⁴.

Para BAILEY & TUPPER⁴, BAILEY⁹ e EAMES³⁴, com o aumento da especialização filogenética dos vasos, a medida que ocorre o encurtamento dos elementos de vaso, proporcionalmente há uma maior expansão do diâmetro dos mesmos. Todavia, em todas as espécies estudadas apesar da variação existente no diâmetro tangencial dos vasos entre as espécies, não se observou maior expansão do diâmetro com o correspondente decréscimo no seu comprimento, como citado pelos autores acima. Neste caso, deve-se salientar que as características de comprimento e diâmetro tangencial dos vasos, embora sejam normalmente consideradas por inúmeros anatomistas como seguros parâmetros indicadores de especialização filogenética, estão amplamente correlacionadas com os fatores ambientais, os quais podem provocar possíveis inversões destas tendências, conforme demonstraram GRAAFF & BAAS⁴⁸, BAAS^{2,3} em pesquisas desenvolvidas sobre o assunto.

Das espécies analisadas observou-se que *Xylopia brasiliensis*, *Guatteria australis*, *Duguetia lanceolata* e *Porcelia macrocarpa* apresentaram as maiores médias de comprimento dos elementos vasculares como pode ser observado no

Quadro 7. Coincidentemente nestas mesmas espécies, exceto em *Duguetia lanceolata*, evidenciaram-se as maiores médias de comprimento das células iniciais fusiformes. Nas demais espécies, tanto o comprimento médio dos elementos de vaso como das células iniciais fusiformes são relativamente menores. Se for considerado que, com o aumento de especialização, o comprimento dos elementos traqueais e das iniciais fusiformes do câmbio é reduzido (BAILEY & TUPPER⁴) e que o encurtamento dos elementos de vaso está correlacionado com o encurtamento das iniciais fusiformes do câmbio (ESAU³⁷), os resultados obtidos sugerem que estas espécies apresentam, provavelmente, o nível de especialização menos evoluído quando comparadas com as espécies dos gêneros *Annona* e *Rollinia* analisadas.

A provável razão do comprimento médio dos elementos vasculares na maioria das espécies ser relativamente menor do que o das células iniciais fusiformes que os originaram, como visto no Quadro 7, pode ser explicada por PANSKIN & ZEEUW⁷⁴. Para estes autores os elementos de vaso do lenho inicial podem ser menores do que as iniciais fusiformes do câmbio. Contudo, para estas madeiras não é possível dizer se o material macerado utilizado por ocasião das medições destes elementos celulares era realmente de lenho inicial ou tardio. Acrescente-se a isto que nestas espécies, embora os anéis de crescimento sejam nítidos, há uma freqüente ocorrência de anéis descontínuos além de falsos anéis de crescimento, dificultando a separação da madeira de lenho inicial e tardio.

Através da determinação da percentagem das classes de

comprimento dos elementos vasculares (Figura 58), novamente destacaram-se as espécies *Xylopia brasiliensis*, *Guatteria australis*, *Porcelia macrocarpa* e *Duguetia lanceolata* com os maiores percentuais de vasos longos, ao passo que nas outras espécies estudadas dos gêneros *Annona* e *Rollinia* predominam os elementos vasculares mais curtos. Este fato por sua vez, sugere que dentre as espécies, aquelas pertencentes aos gêneros *Annona* e *Rollinia* apresentam elementos vasculares com características anatômicas consideradas mais evoluídas, conforme as afirmações de BAILEY & TUPPER⁴, BAILEY^{7,9} e EAMES³⁴ sobre a especialização dos vasos.

Novamente *Xylopia brasiliensis* e *Porcelia macrocarpa* destacaram-se das demais, por apresentarem os maiores comprimentos médios de apêndices vasculares, como observado na Figura 59 III. Este caracter é considerado por BAILEY⁹ como pouco evoluído, tendo em vista que, com o aumento de especialização filogenética a tendência é ocorrer o encurtamento das extremidades dos elementos vasculares, até o surgimento de uma parede terminal transversal truncada.

PARÊNQUIMA AXIAL

Nestas espécies a distribuição do parênquima axial é predominantemente apotraqueal em finas faixas concêntricas com 1 - 2, às vezes 3, células de largura; ocasionalmente também do tipo paratraqueal vasicêntrico em algumas espécies. Esta característica é considerada por CHALK & CHATTAWAY²⁰ e CHALK²¹ como ocorrendo em madeiras menos especializadas. No entanto, KRIBS⁵⁹ e TAKHTAJAN⁸⁴ consideram que esse tipo de

distribuição de parênquima parece ter atingido um nível transitório de especialização, sendo mais evoluído que o tipo difuso, considerado como o mais primitivo.

A freqüente estratificação do parênquima axial em *Annonaceae* é citada por WYK & CANRIGHT⁹³ e METCALFE & CHALK⁷⁰ como sendo um aspecto que indica um nível moderado de especialização destas madeiras. Realmente a estrutura estratificada dos tecidos do xilema é geralmente considerada um caracter evoluído por COZZO³⁰; BAILEY⁶; CHALK & CHATTAWAY²⁰. Contudo nas espécies de *Annonaceae* descritas neste trabalho apenas um ligeiro aspecto estratificado das células de parênquima axial foi verificado em secções longitudinais radiais. Entretanto, de acordo com a INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS⁵⁶ e as recomendações de normas COPANT²⁹, o termo "estratificado" é aplicado exclusivamente aos elementos celulares constituintes do xilema, quando dispostos em camadas horizontais perceptíveis nas superfícies tangenciais. Nas espécies analisadas não se observou nenhuma estratificação dos tecidos em secções tangenciais, contradizendo as afirmações de WYK & CANRIGHT⁹³ e METCALFE & CHALK⁷⁰.

A razão provável da aparência de estratificação observada nas células de parênquima axial, nos planos longitudinais radiais, deve-se ao fato das células do parênquima axial manterem sempre uma certa constância no seu comprimento e posição, a partir das derivadas das iniciais fusiformes do câmbio. Com isto, quando se analisa o plano longitudinal radial destas madeiras, verifica-se que as paredes transversais destas células parenquimáticas geralmente estão arranjadas em estratos mais ou menos regulares.

Observou-se em todas as espécies, como pode ser visto na Figura 66 e Quadro 9, que não há diferenças significantes no comprimento entre os valores médios das séries de parênquima axial e células iniciais fusiformes. Estes resultados mostram uma razoável concordância com a afirmação de BAILEY⁹, que as dimensões das séries de parênquima são amplamente determinadas pelas iniciais fusiformes. Verificou-se que, dentre estas espécies, *Xylopia brasiliensis* destaca-se das outras, por possuir a maior média de comprimento das séries de parênquima axial, seguida por *Guatteria australis*, *Porcelia macrocarpa*, *Duguetia lanceolata*. Em *Annona cacans* e *Annona glabra* observou-se médias um pouco inferiores, e os menores valores ocorreram nas 4 espécies estudadas de *Rollinia*. Admitindo-se a afirmação de BAILEY⁹, provavelmente estas madeiras, sob este aspecto, alcançaram um grau relativamente especializado.

Os elementos axiais do xilema secundário derivados das iniciais fusiformes do câmbio, mostrados no Quadro 10, apresentaram médias de comprimento bastante semelhantes, visto os índices de proporção (P/V) obtidos girarem em torno de 1 (um). Isto se deve provavelmente ao fato de ambos terem sofrido um processo de diferenciação e crescimento análogo a partir das células cambiais.

Dos resultados obtidos sobre a proporção entre o comprimento e largura média das células de parênquima axial, (Quadro 8), destacaram-se especialmente *Guatteria australis*, *Duguetia lanceolata* e *Xylopia brasiliensis* com os maiores índices desta correlação. Coincidentemente, estas mesmas espécies revelaram as maiores médias de comprimento dos elemen

tos vasculares. As demais espécies analisadas mostraram valores inferiores desta proporção, assim como os menores comprimentos médios dos elementos vasculares. Desta forma, considerando-se a afirmação de KRIBS⁵⁹, os resultados verificados sugerem que *Guatteria australis*, *Duguetia lanceolata* e *Xylopia brasiliensis* provavelmente apresentam as madeiras menos especializadas sob este ponto de vista, em comparação com as outras espécies.

RAIOS

A estrutura anatômica dos raios, quanto ao tipo, parece ter atingido um nível moderadamente elevado de especialização, considerando-se as características estruturais sugeridas por KRIBS⁵⁸ e BARGHOORN^{10,11} como anatomicamente evoluídas. Estes aspectos de importância filogenética constatados no parênquima radial, combinam com aqueles descritos por WYK & CANRIGHT⁹³ para a família *Annonaceae*.

O tipo primitivo de estrutura dos raios é alterado nas Dicotiledôneas por diferentes linhas de especialização, citadas por BARGHOORN^{10,11}. Uma destas tendências sugeridas é a redução na largura e altura dos raios, originando pequenos raios multisseriados. Analisando-se sob este aspecto, como mostram os resultados no Quadro 11 e Figura 5, especialmente *Guatteria australis*, *Duguetia lanceolata* e *Xylopia brasiliensis* apresentaram os maiores valores médios de altura, como também os maiores percentuais de raios multisseriados medianos em comparação com as espécies pertencentes aos gêneros *Porcelia*, *Annona* e *Rollinia*. Portanto, com base nis

to, provavelmente as espécies com as maiores médias de altura e largura (particularmente *Guatteria australis* e *Duguetia lanceolata*) revelam a estrutura menos especializada. Já as espécies de *Porcelia*, *Annona* e *Rollinia* sugerem características mais evoluídas por demonstrarem valores médios de altura inferiores e ausência de raios medianos.

As principais tendências evolutivas dos raios são diversificadas e complexas. Devido à grande variabilidade que pode ocorrer na estrutura dos raios durante os diferentes estágios de crescimento secundário, torna-se difícil precisar o grau de especialização atingido pelos raios nestas espécies. É necessário fazer um estudo completo das variações ontogenéticas que se sucedem na estrutura dos raios nas várias fases do desenvolvimento da planta, uma vez que estas alterações podem representar níveis diferentes de especialização filogenética.

VASOS RADIAIS E CÉLULAS PERFURADAS DE RAIOS

Qualquer consideração filogenética no momento sobre a presença de vasos radiais observados em algumas espécies de *Annonaceae* estudadas neste trabalho, seria imprecisa; como já foi salientado por VLIET⁸⁹, qualquer conclusão neste campo de estudo pode ser somente uma tentativa. Este autor considera que a presença de vasos radiais em *Combretaceae* deve provavelmente, ser interpretada como especialização, devido à ocorrência de vasos axiais de diferentes classes de diâmetro.

A ocorrência de células perfuradas de raio em algumas

espécies de *Annonaceae* não parece apresentar maior significância sob o ponto de vista filogenético. Esta característica estrutural ocorre com relativa frequência em um número considerável de famílias, amplamente separadas filogeneticamente e exibindo anatomicamente uma grande diversidade estrutural. Desta forma, a presença de células perfuradas de raio em algumas espécies de *Annonaceae* concorda com a afirmação de McLEAN & RICHARDSON⁶⁹ que este fato representa provavelmente um caso de evolução paralela.

5.3. CONSIDERAÇÕES ECOLÓGICAS

Vários autores, tais como CARLQUIST¹⁷, GRAAFF & BAAS⁴⁸ e BAAS^{2,3} salientam que as condições do meio em que a planta cresce podem exercer influências sobre as características estruturais da madeira. Estas condições ambientais podem acarretar efeitos de reversibilidade nas linhas de especialização, especialmente sobre as características anatômicas dos elementos de vaso, geralmente considerados como um seguro indicador de especialização filogenética.

Os efeitos da latitude e altitude sobre a anatomia da madeira, discutidos por BAAS^{2,3} e GRAAFF & BAAS⁴⁸, são de pouco interesse nesta discussão, visto que as espécies utilizadas neste trabalho são provenientes de áreas bastante próximas, não havendo diferenças marcantes nesses aspectos que possam exercer uma evidente influência sobre a sua anatomia.

As espécies aqui consideradas são em geral de hábito arbóreo e habitat de mata úmida ou de mata seca, exceto as espécies *Rollinia emarginata* e *Annona glabra*. A primeira, de

hábito arbustivo, cresce em áreas de dunas na faixa litorânea; a segunda, de hábito arbóreo, desenvolve-se em áreas de restinga. Ambas ocorrem em ambientes salinos que podem causar seca fisiológica.

Como mostra o Quadro 12, o fator ecológico pluviosidade, apenas, não parece exercer influência sobre o comprimento médio dos elementos de vaso. Os resultados evidenciados não mostraram relação apreciável entre o comprimento médio destes elementos e a precipitação média anual. Isto pode ser explicado, segundo BAAS², pelo fato das variações resultantes das condições do meio também dependerem do grupo de plantas. Mesmo assim, entre as espécies estudadas, algumas diferenças significativas foram observadas quanto ao comprimento médio dos elementos vasculares. Verificou-se em *Rollinia emarginata* o menor comprimento médio de elementos de vaso, 222 μ m, a qual cresce em localidade onde a precipitação média anual varia de 1300 - 1400 mm. Por outro lado, em *Xylopia brasiliensis*, que cresce em uma região onde a precipitação média é de 1600 - 1700 mm de chuvas por ano, observou-se a maior média de comprimento dos elementos de vaso, 551 μ m. Este aspecto mostra que apenas o fator pluviosidade, provavelmente, exerceu pouca influência sobre o comprimento dos elementos vasculares.

Considerando-se principalmente em *Rollinia emarginata*, provavelmente o complexo de fatores do habitat parece ter exercido maior influência sobre o comprimento dos elementos vasculares, visto ser esta espécie natural de áreas onde a disponibilidade de água é baixa. Portanto, a razão provável da presença de curtos elementos de vaso nesta espécie poderia

ser explicada como uma resistência a fortes pressões negativas nas colunas de água do xilema, como aventado por CARLQUIST¹⁷.

Quanto aos índices de vulnerabilidade e mesomorfia, mostrados no Quadro 13, os valores mais baixos observados em *Rollinia emarginata* eram de se esperar. Para CARLQUIST¹⁸, isto indica a capacidade da planta em resistir ao déficit hídrico (vasos estreitos diminuem o risco de embolismo, alta frequência de vasos compensa o efeito de embolismo local). Por outro lado, altos valores de mesomorfia indicam uma característica mesofítica da espécie. A presença em *Duguetia lanceolata*, crescendo em matas de encostas secas, de baixo índice de vulnerabilidade, sugere uma provável capacidade desta planta em resistir ao déficit hídrico, porém não tão extremo como de dunas. No entanto, a presença de índices relativamente baixos de vulnerabilidade verificados em espécies que se desenvolvem em habitat de mata úmida, tais como: *Porcelia macrocarpa*, *Rollinia exalbida* e *Rollinia silvatica*, opõem-se às hipóteses sugeridas por CARLQUIST¹⁸, porquanto estas espécies ocorrem em locais onde há suficiente disponibilidade de água, conseqüentemente sem problemas de déficit hídrico. Estes resultados contraditórios não foram inesperados, pois também VLIET⁸⁹ obteve dados semelhantes, que contrariaram os índices sugeridos por CARLQUIST¹⁸. VLIET⁸⁹ observou que espécies de áreas sujeitas a elevado déficit hídrico e fortes pressões negativas apresentaram por outro lado, índices relativamente elevados de vulnerabilidade.

Deste modo, os resultados aqui obtidos reforçam a opinião que as hipóteses sobre os aspectos funcionais e adapta

tivos dos caracteres dos elementos de vaso (frequência, diâmetro e comprimento), de importância na condução da água, permanecem em toda sua complexidade ainda quase que completamente especulativas.

A presença de células perfuradas de raio foi constatada em duas espécies de habitat e hábito diferentes. *Duguetia lanceolata*, de hábito arbóreo, que cresce em áreas de mata de encostas secas, apresentou com maior frequência esta estrutura. *Rollinia emarginata*, de hábito arbustivo e crescendo em áreas de dunas próximas à faixa litorânea, apresentou uma menor frequência de células perfuradas de raio. Portanto, a presença deste caracter anatômico não parece sugerir qualquer correlação com o habitat nem com o hábito das espécies.

Verificou-se que os vasos radiais estão presentes em espécies arbóreas tanto de áreas de restinga (transição de mangue), como também de matas úmidas e matas de encostas secas. Assim, estes fatos sugerem não estar a presença desta estrutura provavelmente correlacionada com o habitat destas espécies. Quanto a uma possível correlação com o hábito arbóreo, somente o estudo de um número maior de espécies, principalmente arbustivas, poderia trazer esclarecimentos sobre esse aspecto. Estes resultados mostram certa concordância com as observações de VLIET⁸⁹ sobre a presença destas estruturas em *Combretaceae*, nas quais não estão correlacionadas com habitat ou hábito das espécies.

5.4. CONSIDERAÇÕES TAXONÔMICAS E FILOGENÉTICAS DAS MADEIRAS ESTUDADAS

As espécies estudadas neste trabalho revelam uma gran-

de uniformidade com respeito às características anatômicas gerais de suas madeiras. Foram verificados poucos caracteres estruturais peculiares entre as espécies que permitissem a sua fácil separação, mesmo porque o reduzido número de espécies analisadas em alguns gêneros não é suficiente, e seria precipitado considerar estas características como típicas para um determinado gênero.

A notável constância destes caracteres das madeiras foi observada entre todas as espécies. Muitos dos aspectos anatômicos são comuns à estas espécies até mesmo a nível de sub-família, tais como: porosidade tipicamente difusa, com poros solitários ou em curtos arranjos múltiplos radiais; elementos vasculares curtos à relativamente longos, placa de perfuração exclusivamente do tipo simples; pontuações inter vasculares areoladas, alternas não ornamentadas; parênquima axial predominantemente apotraqueal em finas faixas concêntricas; raios predominantemente multisseriados, menos frequentemente unisseriados; homogêneos a fracamente heterogêneos; fibras com pontuações simples ou inconspicuamente areoladas, não septadas.

A existência de poucas diferenças estruturais entre as madeiras da família *Annonaceae* também é confirmada na maior parte da literatura (HESS⁵¹; METCALFE & CHALK⁷⁰; WYK & CANRIGHT⁹³; INGLE & DADSWELL⁵⁴; GOTTWALD⁴⁷), devido à grande sobreposição da maioria dos aspectos anatômicos a nível de gênero. Entretanto, mais recentemente, WELLE & ROODEN⁹², empregando o comprimento médio dos elementos de vaso e a altura e largura dos raios multisseriados, conseguiram separar os gêneros *Desmopsis*, *Sapranthus* e *Stenanona*, para os quais

não obstante tenha sido verificada alguma sobreposição de valores quantitativos, as características anatômicas para os gêneros são distintas.

No caso das espécies deste trabalho, a maioria das estruturas anatômicas observadas apresentam uma relativa sobreposição a nível de gênero. Mas, mesmo assim pode-se verifiicar que os gêneros *Duguetia*, *Guatteria* e *Xylopia*, representados neste estudo por apenas uma espécie, distinguem-se dos demais com relação a determinados caracteres, especialmente aqueles quantitativos que foram utilizados por WELLE & ROODEN⁹². Contudo, sob este aspecto seria necessário pesquisar um número maior de espécies, possibilitando assim uma melhor representatividade das características anatômicas destes gêneros.

As características estruturais das madeiras de *Annona* e *Rollinia* aqui estudadas apresentam muitas similaridades, tanto qualitativas como quantitativas. Os aspectos anatômicos dos raios e elementos vasculares são insuficientes para separar estes gêneros. Verificou-se entre as espécies de ambos gêneros uma nítida justaposição para a maioria das características anatômicas, particularmente pelo encurtamento dos raios multisseriados e dos elementos de vaso.

Considerando-se os sistemas de classificação infra-famíliares de *Annonaceae* propostos por PRANTL⁷⁷, HUTCHINSON⁵², FRIES⁴¹ e WALKER⁹⁰, estes dois gêneros são sempre colocados em uma mesma tribo ou sub-tribo. PRANTL⁷⁷ os colocou na tribo *Xylopieae* HUTCHINSON⁵², na tribo *Unoneae*, sub-tribo *Anoníneae*. Posteriormente FRIES⁴¹, em *Unoneae*, porém no "Grupo" *Annona*. Mais recentemente, WALKER^{90,91} indicou-os como pertencentes

à tribo *Annona*. A proximidade destes gêneros pode ser verificada por esse autor, o qual considerou ser *Rollinia* claramente derivado de *Annona*. Estas pesquisas portanto, mostram serem estes gêneros taxonomicamente muito próximos.

Com base, principalmente, nas características de altura e largura dos raios multisseriados e comprimento médio dos elementos vasculares, *Duguetia lanceolata*, *Guatteria australis* e *Xylopia brasiliensis* apresentam muitas semelhanças anatômicas. Todavia, em especial as duas primeiras podem ser distinguidas e separadas das demais espécies em estudo com base nestas características. Embora a espécie *Xylopia brasiliensis* demonstre algumas similaridades quanto a estes aspectos, verificou-se que os raios são em comparação bastante estreitos, mostrando neste caracter uma marcante diferença com as espécies de *Duguetia* e *Guatteria*, assim como em relação às outras estudadas.

Ambos os gêneros *Duguetia* e *Guatteria* são usualmente incluídos em grupos taxonômicos próximos. PRANTL⁷⁷ e HUTCHINSON⁵² incluíram-nos na tribo *Uvarieae*, FRIES⁴¹ em *Uvarieae*, no entanto em "Grupos" distintos. WALKER⁹⁰ recentemente incluiu-os nas tribos *Uvaria* e *Guatteria* respectivamente, porém em sub-família separada das outras espécies deste trabalho. O gênero *Xylopia*, por outro lado, é incluído por PRANTL⁷⁷ na tribo *Xylopieae*; HUTCHINSON⁵² considerou-o na tribo *Unoneae*, sub-tribo *Xylopiinae*, série *Hexapetalae*. FRIES⁴¹ posteriormente incluiu-o na mesma tribo *Unoneae*, porém, no "Grupo" *Xylopia*. WALKER⁹⁰ mais recentemente considerou-o como pertencente à sub-família *Fusaea*, taxonomicamente separado dos outros gêneros das espécies aqui consideradas.

Anatomicamente, as características evidenciadas nas madeiras de *Duguetia lanceolata* e *Guatteria australis*, parecem concordar com os sistemas propostos de classificação taxonômica, nos quais os respectivos gêneros são colocados relativamente próximos.

As características anatômicas observadas particularmente na madeira de *Porcelia macrocarpa*, a única do gênero *Porcelia* aqui analisada, mostram poucos aspectos em comum com as espécies de *Duguetia* e *Guatteria*, diferindo claramente em relação aos caracteres quantitativos de altura e largura dos raios multisseriados. Em seus sistemas de classificação, PRANTL⁷⁷ e HUTCHINSON⁵² incluíram o gênero *Porcelia*, juntamente com *Guatteria* e *Duguetia* na mesma tribo *Uvarieae*. Pesquisas taxonômicas realizadas por FRIES⁴¹ e WALKER⁹⁰ por outro lado, incluíram *Porcelia* em tribo separada desses gêneros. FRIES⁴¹ considerou-o pertencente ao "Grupo" *Trigynaeae*, na tribo *Unoneae*. WALKER⁹⁰ por sua vez, incluiu-o na tribo *Cymbopetalum*, sub-família *Annona*. As observações realizadas neste trabalho mostram que as características anatômicas de *Porcelia macrocarpa* assemelham-se mais às das espécies de *Annona*, o que concorda com FRIES⁴¹ e WALKER⁹⁰ considerando o gênero *Porcelia* como taxonomicamente próximo de *Annona*.

Procurando estabelecer um sistema de classificação filogenético para *Annonaceae*, HUTCHINSON⁵² baseou-se especialmente nos caracteres morfológicos florais desta família. Este mesmo autor considerou que, em seu sistema de classificação, a separação de certo número de gêneros foi puramente artificial, sendo os mesmos separados por caracteres muito tênues. Desta forma, adiantou que teorias baseadas sobre sua

provável filogenia deveriam ser deduzidas com considerável prudência. No entanto apesar desta ressalva, HUTCHINSON⁵² considerou que na tribo *Uvarieae* são observadas as características mais primitivas da família com relação à morfologia floral. Nesta mesma tribo foram incluídos, dentre outros, os gêneros *Duguetia*, *Guatteria* e *Porcelia*.

Mais recentemente, uma classificação filogenética infra-familiar de *Annonaceae*, baseada principalmente na morfologia do pólen e em parte sobre a morfologia floral e fitogeografia foi apresentada por WALKER⁹⁰. De acordo com esse autor, o sistema de classificação proposto é informal, devido ao fato dos estudos morfológicos da família *Annonaceae* estarem sendo completados. Entretanto, através deste sistema proposto, os gêneros *Duguetia* e *Guatteria*, são colocados na sub-família *Malmea*, a qual é considerada como apresentando as características morfológicas mais primitivas dentro da família. Este aspecto é reforçado pelo autor num estudo posterior sobre as relações filogenéticas de 22 gêneros de *Annonaceae* (WALKER⁹¹), para os quais os números de cromossomos são conhecidos. Neste trabalho WALKER⁹¹ considerou, dentre outros, o gênero *Guatteria* como elemento primitivo básico da família, juntamente com *Anaxagorea*, *Unonopsis*, etc. Quanto ao gênero *Xylopia*, sugeriu como sendo derivado de antepassados com características mais primitivas.

No sistema de classificação filogenético proposto por WALKER⁹⁰, provavelmente os gêneros *Annona*, *Rollinia* e *Porcelia* são os mais avançados em comparação com os gêneros *Duguetia*, *Guatteria* e *Xylopia*, especialmente nos aspectos da morfologia de pólen e em parte na morfologia floral.

Em termos de variação das características anatômicas, a evolução dentro da família *Annonaceae* não é muito acentuada, fato já observado por GOTTWALD⁴⁷. Entretanto, verificou-se entre as espécies estudadas alguns aspectos de certa importância do ponto de vista filogenético.

Das observações realizadas neste sentido, especialmente em *Xylopia brasiliensis*, *Guatteria australis*, *Duguetia lanceolata* e até certo ponto em *Porcelia macrocarpa*, os resultados de importância filogenética obtidos mostraram algumas diferenças marcantes, com relação às espécies de *Annona* e *Rollinia* estudadas. Certas características anatômicas geralmente consideradas pelos anatomistas como ocorrendo em madeiras pouco evoluídas foram observadas com maior frequência nas espécies *Xylopia brasiliensis*, *Guatteria australis* e *Duguetia lanceolata*. Por outro lado, alguns dos aspectos normalmente considerados como especializados foram constatados mais comumente nas espécies de *Annona* e *Rollinia*.

Os aspectos de especialização filogenética verificados nas características anatômicas destas madeiras de *Annonaceae*, mostram uma razoável concordância em especial com o sistema de classificação filogenética proposto por WALKER⁹⁰. No entanto, por se tratar de uma família com inúmeras espécies por todo o mundo, um estudo mais amplo sobre a anatomia de suas madeiras poderia fornecer novos subsídios ao estabelecimento de uma classificação filogenética natural.

6. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos neste trabalho, as principais conclusões são as seguintes:

1. As madeiras estudadas, de um modo geral, apresentam uma grande homogeneidade estrutural do xilema secundário. Para a separação e identificação destas madeiras portanto, são necessários certos aspectos anatômicos que, embora sejam pouco freqüentes, mostram relativo valor diagnóstico para a espécie.
2. Mesmo com um número reduzido de espécies analisadas em cada gênero, maior variabilidade das características anatômicas é mais facilmente notada a nível de gênero.
3. A variabilidade inter-específica relativamente baixa observada entre as espécies consideradas, e as poucas estruturas anatômicas de valor diagnóstico, não permitem o pronto reconhecimento dos caracteres do xilema a nível de espécie.
4. A determinação da percentagem das classes de valores de determinados caracteres quantitativos do xilema secundário, pode fornecer importantes informações para a separação destas espécies.

5. As madeiras estudadas atingiram um nível moderado de especialização. Exceto para uma tendência à distribuição solitária dos vasos, porosidade difusa e parênquima axial apotraqueal, muitas das características anatômicas revelam aspectos filogeneticamente evoluídos.
6. Para a maioria dos aspectos anatômicos observados de interesse filogenético, as madeiras de *Xylopia brasiliensis* Spreng., *Guatteria australis* St. Hil e *Duguetia lanceolata* St. Hil apresentam as características consideradas como as menos especializadas. Por outro lado, em *Porcelia macrocarpa*, e principalmente nas espécies dos gêneros *Annona* e *Rollinia* foram verificadas aquelas consideradas mais especializadas.
7. O fator ecológico pluviosidade apenas, não exerce uma influência direta sobre a característica de comprimento dos elementos vasculares destas espécies. Devem ser levados em conta outros fatores ambientais, especialmente o solo.
8. Existe uma razoável concordância entre os aspectos de especialização filogenética evidenciados na estrutura destas madeiras e os sistemas de classificação filogenético infra-familiares propostos, particularmente com o sugerido por WALKER.

7. RESUMO

O presente trabalho engloba o estudo anatômico e os aspectos de importância filogenética do xilema secundário de 10 espécies de *Annonaceae*, com ocorrência natural no Estado de Santa Catarina. Foram estudadas as seguintes espécies: *Annona cacans* (Warm.) var. *glabriuscula* R. E. Fries, *Annona glabra* L., *Duguetia lanceolata* St. Hil., *Guatteria australis* St. Hil., *Porcelia macrocarpa* (Warm.) R.E. Fries, *Rollinia emarginata* Schlecht., *Rollinia exalbida* (Vell.) Mart., *Rollinia sericea* R.E. Fries, *Rollinia silvatica* R.E. Fries e *Xylopia brasiliensis* Spreng.

As características anatômicas macro e microscópicas das madeiras foram descritas individualmente. Foram analisados os aspectos anatômicos, tanto qualitativos como quantitativos, dos elementos constituintes do xilema secundário. Foi observada, para a maioria das características anatômicas, uma grande homogeneidade estrutural entre as espécies. Apesar do número reduzido de espécies estudadas em cada gênero, maior variabilidade foi observada a nível de gênero.

A presença de estruturas especiais (vasos radiais e/ou séries de células perfuradas de raio) foi constatada pela primeira vez para *Annonaceae*, ocorrendo em *Annona cacans* var. *glabriuscula*, *Annona glabra*, *Duguetia lanceolata*, *Guatteria australis*, *Rollinia emarginata* e *Rollinia exalbida*.

Com base em determinados caracteres do xilema, alguns pouco freqüentes porém com valor diagnóstico, foi elaborada uma chave para separação e identificação destas espécies.

Os aspectos anatômicos, de interesse sob o ponto de vista filogenético, das iniciais fusiformes do câmbio e dos elementos estruturais do xilema secundário foram considerados. Por meio de determinações estatísticas, foram analisadas as prováveis mudanças que ocorrem durante a evolução e especialização destes elementos anatômicos. Os resultados sugerem que, para muitas das características anatômicas observadas, estas madeiras tenham atingido um nível moderado de especialização. As características consideradas como menos evoluídas foram verificadas mais freqüentemente em *Xylopia brasiliensis*, *Guatteria australis* e *Duguetia lanceolata*. Por outro lado, em *Porcelia macrocarpa* e especialmente nas espécies estudadas de *Annona* e *Rollinia*, foram observadas aquelas consideradas como mais evoluídas.

Algumas considerações ecológicas foram feitas, procurando correlacionar a anatomia destas madeiras com as características de habitat, hábito e precipitação pluviométrica, particularmente através das características anatômicas dos elementos vasculares.

Uma tentativa foi feita procurando correlacionar os aspectos de importância filogenética observados nestas madeiras com os sistemas filogenéticos de classificação infra-familiar de *Annonaceae*. Das observações realizadas neste sentido, verificou-se uma razoável concordância com os sistemas de classificação propostos pelos taxonomistas.

SUMMARY

This work comprises the anatomical study and aspects of phylogenetical importance of the secondary xylem of 10 species of *Annonaceae*, naturally occurring in the state of Santa Catarina.

The following species were studied: *Annona cacans* (Warm.) var. *glabriuscula* R.E. Fries, *Annona glabra* L., *Duguetia lanceolata* St. Hil., *Guatteria australis* St. Hil., *Porcelia macrocarpa* (Warm.) R.E. Fries, *Rollinia emarginata* Schlecht., *Rollinia exalbida* (Vell.) Mart., *Rollinia sericea* R. E. Fries, *Rollinia silvatica* R. E. Fries and *Xylopia brasiliensis* Spreng.

Macroscopic and microscopic wood characteristics were individually described. Anatomical aspects, both qualitative and quantitative of the cellular elements which constitute the secondary xylem were analyzed. For the majority of the anatomical characters, a great structural homogeneity between species was apparent. A greater variability was observed at genus level, notwithstanding the reduced number of species studied within each genus.

The presence of special structures (ray vessels and, or series of perforated ray cells) was observed for the first time in *Annonaceae*, occurring in *Annona cacans* var. *glabriuscula*, *Annona glabra*, *Duguetia lanceolata*, *Guatteria australis*, *Rollinia emarginata* and *Rollinia exalbida*.

A key for the separation and identification of the species, based on selected xylem characters, not too frequent but with diagnostic value, was elaborated.

The anatomical aspects of fusiform initials and of secondary xylem structural elements, which are of interest from the phylogenetical point of view, were considered.

Through statistical determinations, the probable changes occurring during evolution and specialization of these anatomical elements were analyzed.

Results suggested that, for most of the anatomical characters verified, this woods have attained a moderate specialization level.

Characters considered as more primitive were more frequently observed in *Xylopia brasiliensis*, *Guatteria australis* and *Duguetia lanceolata*. On the other side, in *Porcelia macrocarpa* and specially in the species of *Annona* and *Rollinia* studied, those characters considered as more evolved were found.

Some ecological considerations were made, to correlate the anatomy of these species, particularly through the characters of vascular elements, with habitat, growth habit and pluviosity.

An attempt was effected to relate aspects of phylogenetical importance in these woods with the phylogenetical systems of infra-familial classification of *Annonaceae*.

From the observations realized, a reasonable accordance with the classification systems proposed by taxonomists was substantiated.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, P.A.M. & MATTOS FILHO, A. Contribuição ao conhecimento da madeira de *Xylopia brasiliensis* Spreng. Arq. do Jardim Bot. do Rio de Janeiro, 18: 269-76, 1965.
2. BAAS, P. The wood anatomical range in *Ilex*(*Aquifoliaceae*) and its ecological and phylogenetic significance. Blumea, 21: 193-258, 1973.
3. _____. Some functional and adaptative aspects of vessel member morphology. In: Wood structure in biological and technology research. Leiden Bot. Ser., 3: 157-81, 1976.
4. BAILEY, I.W. & TUPPER, W.W. Size variation in tracheary cells. I. A comparison between the secondary xylems of vascular Cryptogams, Gymnosperms and Angiosperms. Amer. Acad. Arts and Sci. Proc., 54: 149-204, 1918.
5. _____. The cambium and its derivative tissues. II. Size variations of cambial initials in Gymnosperms and Angiosperms. Amer. J. Bot., 7: 355-67, 1920.
6. _____. The cambium and its derivative tissues. IV. The increase in girth of the cambium. Amer. J. Bot., 10: 499-509, 1923.
7. _____. The development of vessels in Angiosperms and its significance in morphological research. Amer. J. Bot., 31: 421-28, 1944.
8. _____. Evolution of the tracheary tissue of land plants. Amer. J. Bot., 40: 4-8, 1953.
9. _____. The potentialities and limitations of wood anatomy in the study of the phylogeny and classification of Angiosperms. J. Arnold Arboretum, 38: 243-54, 1957.
10. BARGHOORN Jr., E.S. The ontogenetic development and phylogenetic specialization of rays in the xylem of Dicotyledons. I. The primitive ray structure. Amer. J. Bot., 27: 918-28, 1940.
11. _____. The ontogenetic development and phylogenetic specialization of rays in the xylem of Dicotyledons. II. Modification of the multiseriate and uniseriate rays. Amer. J. Bot., 28: 273-82, 1941.

12. BOTOSSO, P.C. & GOMES, A.V. Radial vessels and series of perforated ray cells in *Annonaceae*. IAWA Bull., 3(1). 39-44, 1982.
13. BRAZIER, J.D. & FRANKLIN, G.L. Identification of hardwoods a microscope key. For. Prod. Res. B., London, 1961. 91 p.
14. BURGER, L.M. Estudo anatômico do xilema secundário de sete espécies nativas do gênero *Dalbergia*, Leguminosae-Faboideae. Curitiba, 1979. 178 p. Dissertação. Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
15. CARLQUIST, S. Wood anatomy of *Asteraceae* (*Compositae*). Tropical Woods, 113: 54-84, 1960.
16. _____. Wood anatomy of Hawaiian, Macaronesian, and other species of *Euphorbia*. In: ROBSON, N.K.B.; CUTLER, D.F. & GREGORY, M. New research in wood anatomy. London, Academic Press, 1970. p. 181-93.
17. _____. Ecological strategies of xylem evolution. Berkeley, University of California Press, 1975. 259 p.
18. _____. Ecological factor in wood evolution: a floristic approach. Amer. J. Bot., 64(7): 887-896, 1977.
19. CHALK, L. & CHATTAWAY, M.M. Perforated ray cells. Proc. R.Soc. B., 113: 82-92, 1933.
20. _____. & _____. Factors affecting dimensional variations of vessel members. Tropical Woods, 41: 17-37, 1935.
21. _____. The phylogenetic value of certain anatomical features of Dicotyledonous woods. Annals of Botany, 1(3): 409-28, 1937.
22. CHATTAWAY, M.M. Relation between fibre and cambial initial length in Dicotyledonous woods. Tropical Woods, 46, 16-20, 1936.
23. CHEADLE, V.I. The occurrence and types of vessels in the various organs of the plant in the Monocotyledoneae. Amer. J. Bot., 29: 441-50, 1942.
24. _____. The origin and certain trends of specialization of the vessel in the Monocotyledoneae. Amer. J. Bot., 30: 11-17, 1943.
25. _____. Specialization of vessels within the xylem of each organ in the Monocotyledoneae. Amer. J. Bot., 31: 81-92, 1944.
26. CHEADLE, V.I. Research on xylem and phloem progress in fifty years. Amer. J. Bot., 43: 719-31, 1956.

27. CHEADLE, V.I. & TUCKER, V.M. Vessels and phylogeny of Monocotyledoneae. In: INTERNATIONAL BOTANICAL CONGRESS, 9., Montreal, 1959. Recent advances in botany; lectures and symposia. Toronto, University of Toronto Press, 1961. v. 1, p. 161-4.
28. CHOWDHURY, K.A. Limitations of anatomical aid to taxonomy of Angiosperms. In: INTERNATIONAL BOTANICAL CONGRESS, 9., Montreal, 1959. Recent advances in botany; lectures and symposia. Toronto, University of Toronto Press, 1961. v. 1, p. 150-5.
29. COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. 30: 1-019, novembro, 1973.
30. COZZO, D. Filogenia de los tipos de estructura leñosa estratificada. Rev. argent. Agronomia, 21:196-214, 1954.
31. CRONQUIST, A. The evolution and classification of flowering plants. Boston, Houghton Mifflin, 1968. 396 p.
32. DADSWELL, H.E. The role of wood anatomy in forest botany. J. Council Scient. and Indt. Res., 12(2): 137-43, 1939.
33. DUJARDIN, E.P. Eine neue Holz - Zellulosenfärbung. Mikrokosmos, 53: 94, 1964.
34. EAMES, A.J. Morphology of the Angiosperms. New York, McGraw-Hill, 1961. 518 p.
35. ____ & MacDANIELS, L.H. An introduction to plant anatomy. New Delhi, Tata MacGraw-Hill, 1978. 427 p.
36. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE SANTA CATARINA (EMPASC). Zoneamento agro-climático do Estado de Santa Catarina. Governo do Estado, 1980. 106 p.
37. ESAU, K. Plant anatomy. New York, J. Wiley, 1965. 767 p.
38. _____. Anatomia das plantas com sementes. São Paulo, Edgard Blücher, 1974. 293 p.
39. FREUND, H. Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Frankfurt, Umschau Verlag, 1970. v.5, pt.2, 379 p.
40. FRIES, R.E. Revision der Arten einiger Anonaceen-Gattungen. III. Acta Hort. Berg., 12(1), 1934.
41. _____. Annonaceae. In: ENGLER, A. & PRANTL, K., eds. Die natürlichen Pflanzenfamilien. v. 17, IIa: 1-171, 1959.
42. FROST, F.H. Specialization in secondary xylem of Dicotyledons. I. Origin of vessels. Bot. Gaz., 89: 67-94, 1930.

43. FROST, F.H. Specialization in secondary xylem of Dicotyledons. II. Evolution of end wall of vessel segment. Bot. Gaz., 90: 198-212, 1930.
44. _____. Specialization in secondary xylem of Dicotyledons. III. Specialization of lateral wall of vessel segment. Bot. Gaz., 91: 88-96, 1931.
45. GARRATT, G.A. Bearing of wood anatomy on the relationships of the *Myristicaceae*. Tropical Woods, 36: 28-44, 1933.
46. GILBERT, S.G. Evolutionary significance of ring porosity in wood Angiosperms. Bot. Gaz., 102(1): 105-20, 1940.
47. GOTTWALD, H. The anatomy of secondary xylem and the classification of ancient dicotyledons. Plant. Syst. Evol., Suppl. 1: 111-121, 1977.
48. GRAAFF, N.A. van der & BAAS, P. Wood anatomical variation in relation to latitude and altitude. Blumea, 22: 101-21, 1974.
49. HEIMSCH Jr., C. & WETMORE, R.H. The significance of wood anatomy in the taxonomy of the *Juglandaceae*. Amer. J. Bot., 26(8): 651-60, 1939.
50. HERINGER, E.P. & PAULA, J.E. de. Anatomia do lenho secundário de *Annona glabra* L. (*Annonaceae*), algumas propriedades físicas da madeira e análise crítica da grafia do gênero. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 25., Mossorô, 1974. Anais. s.l., Sociedade Botânica do Brasil, 1974. p. 29-35.
51. HESS, R.W. Identification of New World timbers. Part III. (*Annonaceae*). Tropical Woods, 88: 13-30, 1946.
52. HUTCHINSON, J. Contributions towards a phylogenetic classification of flowering plants. II. *Annonaceae* and related forms. Kew Bull., 7: 241-61, 1923.
53. _____. The families of flowering plants. I. Dicotyledons. Oxford, Clarendon Press, 1959. 510 p.
54. INGLE, H.D. & DADSWELL, H.E. The anatomy of the timbers of the south-west Pacific Area. II. *Apocynaceae* and *Annonaceae*. Austr. J. Bot., 1: 1-26, 1953.
55. INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. Zurich, 1964. 186 p.
56. KRIBS, D.A. Comparative anatomy of the woods of the *Meliaceae*. Amer. J. Bot., 17: 724-38, 1930.
57. _____. Salient lines of structural specialization in the wood rays of Dicotyledons. Bot. Gaz., 96: 547-57, 1935.

58. KRIBS, D.A.: Salient lines of structural specialization in the wood parenchyma of Dicotyledons. Bull. Torrey Bot. Club, 64: 145-63, 1937.
59. LAWRENCE, G.H.M. Taxonomia das plantas vasculares. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1977. v.2
60. LOUREIRO, A.A. & SILVA, M.F. da. Catálogo das madeiras da Amazônia. Belém, SUDAM, 1968. 2 v.
61. _____. Contribuição ao estudo anatômico da madeira de Anacárdias da Amazônia. I. Bol. Bot., INPA, 30: 1-10, 1969.
63. _____. Contribuição ao estudo anatômico de madeiras de Annonaceae da Amazônia. II. Bol. INPA. Ser. Pesq. Florestais, 15: 1-10, 1970.
64. _____. Contribuição ao estudo anatômico de madeiras de Annonaceae da Amazônia. III. Acta Amazônica, 1(2): 85-90, 1971.
65. MAINIERI, F. Fichas características das madeiras brasileiras. Série: Estado de São Paulo, ficha nº 48. São Paulo, IPT, 1978.
66. MANNING, W.E. The morphology of the flowers of the Juglandaceae. I. The inflorescence. Amer. J. Bot., 25: 407, 19, 1938.
67. MARCHIORI, J.N.C. Estudo anatômico do xilema secundário de algumas espécies dos gêneros *Acacia* e *Mimosa*, nativas no Estado do Rio Grande do Sul. Curitiba, 1980. 186 p. Dissertação. Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal.
68. McLEAN, R.C. & IVIMEY-COOK, W.R. Textbook of theoretical botany. London, Longmans, Green, 1962. v. 1.
69. McLEAN, J.D. & RICHARDSON, P.E. Vascular ray cells in wood stems. Phytomorphology, 23(1/2): 59-64, 1973.
70. METCALFE, C.R. & CHALK, L. Anatomy of the Dicotyledons. Oxford, Clarendon Press, 1972. 1500 p.
71. MILLER, R.B. Systematic anatomy of the xylem and comments on the relationships of Flacoutiaceae. J. Arnold Arboretum, 56: 20-102, 1975.
72. MONEY, L.L.; BAILEY, I.W. & SWAMY, B.G.L. The morphology and relationships of the Monimiaceae. J. Arnold Arboretum, 31: 372, 404, 1950.

72. NAZMA, B.S. & VIJENDRARAO, R. Occurrence of perforated ray cells in wood of *Drypetes roxburghii* (Wall.)Hurusawa. IAWA Bull., 2(4): 201-3, 1982.
73. PANSIN, A.J. & DE ZEEUW, C. Textbook of wood technology. New York, McGraw-Hill, 1970. 705 p.
74. PAULA, J.E. de & HERINGER, E.P. Anatomia comparada das espécies de *Annona glabra* L. e *Annona salzmanii* DC. (*Annonaceae*) ocorrentes do Nordeste brasileiro. Brasil Florestal, 9(83): 21-28, 1979.
75. PEREIRA, J.A. & MAINIERI, C. Madeiras empregadas para dormentes. Anu. bras. Econ. Flores., 2(2), 1949.
76. PRANTL, K. Annonaceae. In: ENGLER, A. & PRANTL, K., eds. Die Natürlichen Pflanzenfamilien. v.3, 2: 23-39, 1891.
77. RECORD, S.J. Role of wood anatomy in taxonomy. Tropical Woods, 37: 1-9, 1934.
78. _____. & HESS, R.W. Timbers of the New World. New Haven, Yale University Press, 1943. 640 p.
79. REITZ, R.; KLEIN, R.M. & REIS, A. Projeto madeira de Santa Catarina. Sellowia, 28: 1-320, 1978.
80. RENDLE, B.J. On the taxonomic value of the anatomical structure of the vegetative organs of Dicotyledons. 3. The role of anatomy in the practical identification of commercial timbers. Proc. Linn. Soc. Lond., 155(3): 218-21, 1944. Resumo.
81. SASTRAPRADJA, D.S. & LAMOUREUX, C. Variations in wood anatomy of Hawaiian *Metrosideros* (*Myrtaceae*). Annales Bogoriensis, 5: 1-82, 1969.
82. SOLEREDER, H. Systematic anatomy of the Dicotyledons. Oxford, Clarendon Press, 1908. 1182 p.
83. TAKHTAJAN, A. Flowering plants: origin and dispersal. Washington, Smithsonian Institution Press, 1969. 310 p.
84. TIPPO, O. The comparative anatomy of secondary xylem and the phylogeny of the *Eucommiaceae*. Amer.J. Bot., 27: 832-38, 1940.
85. _____. The role of wood anatomy in phylogeny. Amer. Midl. Nat., 36: 367-72, 1946.
86. VESTAL, P.A. Wood anatomy as an aid to classification and phylogeny. Chron. Bot., 6(3): 53-4, 1940.
87. VLIET, G.J.C.M. van. Radial vessels in rays. IAWA Bull., 3:35-7, 1976.

88. VLIET, G.J.C.M.van. Wood anatomy of the *Combretaceae*.
Blumea, 25: 141-223, 1979.
89. WALKER, J.W. Pollen morphology, phytogeography, and
phylogeny of the *Annonaceae*. Contr. Gray Herb. Harvard,
202: 1-132, 1971.
90. _____. Chromosome numbers, phylogeny, phytogeography of
the *Annonaceae* and their bearing on the (original) basic
chromosome number of Angiosperms. Taxon, 21: 57-65,
1972.
91. WELLE, B.J.H. ter & ROODEN, J. van. Systematic wood ana-
tomy of *Desmopsis*, *Sapranthus* and *Stenanona* (*Annonaceae*).
IAWA Bull., 3(1): 15-23, 1982.
92. WYK, R.W. van der & CANRIGHT, J.E. The anatomy and re-
lationships of the *Annonaceae*. Tropical Woods, 104:
1-24, 1956.

APÊNDICES

	Página
1. Material utilizado neste estudo	222
2. Dados quantitativos do xilema secundário	227
3. Dados quantitativos das iniciais fusiformes do câmbio	238
4. Cartões perfurados	240
5. Dados quantitativos levantados por espécie, mostrando o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme a COPANT	251
6. Dados quantitativos de determinadas características anatômicas e respectivas análises de variância	257

APÊNDICE 1

MATERIAL UTILIZADO NESTE ESTUDO

1. MATERIAL UTILIZADO NESTE ESTUDO

- 1.1. *Annona cacans* (Warm.) var. *glabriuscula* R.E. Fries
(3 árvores amostradas)

Nome vulgar: cortiça

Procedência: Morro do Rolados, Canelinha (SC)

Habitat: mata úmida e capoeirão, 300 metros de altitude

Hábito: arbóreo

Altura: aproximadamente de 15-20 metros

Coletor: Ademir Reis s.n. Data: 29/01/1981

Determinador: Ademir Reis Data: 20/02/1981

- 1.2. *Annona glabra* L. (3 árvores amostradas)

Nome vulgar: corticeira

Procedência: Pontal Norte, Tijucas (SC)

Habitat: transição de mangue, 4 metros de altitude

Hábito: arbóreo

Altura: aproximadamente de 4-5 metros

Coletores: Ademir Reis & n° 264 Data: 29/01/1981

Paulo Cesar Botosso

Determinador: Ademir Reis Data: 29/01/1981

1.3. *Duguetia lanceolata* St. Hil. (3 árvores amostradas)

Nome vulgar: pindabuna

Procedência: Morro do Rolador, Canelinha (SC).

Habitat: mata de encostas secas, 350 metros de altitude

Hábito: arbóreo

Altura: aproximadamente 10-15 metros

Coletores: Amedir Reis & N° 263 Data: 29/01/1981
Paulo Cesar Botosso

Determinador: Ademir Reis Data: 29/01/1981

1.4. *Guatteria australis* St. Hil. (3 árvores amostradas)

Nome vulgar: cortiça

Procedência: Azambuja, Brusque (SC)

Habitat: mata úmida, 100 metros de altitude

Hábito: arbóreo

Altura: aproximadamente 10-15 metros

Coletor: Ademir Reis N° 259 Data: 20/02/1981

Determinador: Ademir Reis Data: 20/02/1981

1.5. *Porcelia macrocarpa* (Warm.) R.E. Fries

(3 árvores amostradas)

Nome vulgar: cortiça

Procedência: Morro do Ribeirão, Florianópolis (SC)

Habitat: mata úmida e capoeirão, 200 metros de altitude

Hábito: Arbóreo

Altura: aproximadamente 20-30 metros

Coletores: Ademir Reis & n° 260 Data: 29/01/1981
Paulo Cesar Botosso

Determinador: Ademir Reis Data: 29/01/1981

1.6. *Rollinia emarginata* Schlecht. (3 árvores amostradas)

Nome vulgar: araticum mirim

Procedência: Campeche, Florianópolis (SC)

Habitat: dunas, 4 metros de altitude

Hábito: arbustivo

Altura: aproximadamente 1-2 metros

Coletores: Ademir Reis & n° 261 Data: 29/01/1981
Paulo Cesar Botosso

Determinador: Ademir Reis Data: 20/02/1981

1.7. *Rollinia exalbida* (Vell.) Mart. (3 árvores amostradas)

Nome vulgar: cortiça

Procedência: Florianópolis

Habitat: mata úmida e capoeirão, 50 metros de altitude

Hábito: arbóreo

Altura: aproximadamente 8-10 metros

Coletores: Ademir Reis & n° 262 Data: 29/01/1981
Paulo Cesar Botosso

Determinador: Ademir Reis Data: 20/02/1982

1.8. *Rollinia sericea* R.E. Fries (3 árvores amostradas)

Nome vulgar: cortiça

Procedência: Morro do Rolador, Canelinha (SC)

Habitat: mata e capoeira úmidas, 320 metros de altitude

Hábito: arbóreo

Altura: aproximadamente 10-15 metros

Coletores: Ademir Reis & Data: 29/01/1981
Paulo Cesar Botosso s.n.

Determinador: Ademir Reis Data: 20/02/1981

1.9. *Rollinia silvatica* R.E. Fries (3 árvores amostradas)

Nome vulgar: cortiça

Procedência: Canelinha (SC)

Habitat: mata úmida e capoeira, 150 metros de altitude

Hábito: arbóreo

Altura: aproximadamente 8-12 metros

Coletores: Ademir Reis & Data: 25/03/1981
Paulo Cesar Botosso s.n.

Determinador: Ademir Reis Data: 25/03/1981

1.10. *Xylopia brasiliensis* Spreng. (3 árvores amostradas)

Nome vulgar: pindaíba

Procedência: São Bento, Canelinha (SC)

Habitat: capoeirão e matas secas, 100 metros de altitude

Hábito: arbóreo

Altura: aproximadamente 10-15 metros
Ademir Reis &

Coletores: Paulo Cesar Botosso s.n. Data: 29/01/1981

Determinador: Ademir Reis Data: 20/02/1981

APÊNDICE 2

DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA SECUNDÁRIO

QUADRO 14. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de *Annona cacans* var. *glabriuscula*.

CARACTERÍSTICA	NÚMERO MEDIÇÕES	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	COEFICIENTE VARIAÇÃO
1. Poros/mm ²	300	1	28	6,00	0,24	4,18	17,46	67,4
2. ϕ tangencial de poros (μ m)	300	58	218	125,00	1,57	27,14	736,44	21,6
3. Espessura parede de vaso (μ m)	150	3	8	4,40	0,11	1,35	1,82	30,4
4. ϕ pontuações intervasculares (μ m)	30	5	10	7,73	0,29	1,57	2,48	20,4
5. ϕ pontuações rádio-vasculares (μ m)	30	5	10	7,20	0,31	1,69	2,86	23,5
6. ϕ pontuações parênquima-vasculares (μ m)	30	5	10	7,83	0,27	1,49	2,21	19,0
7. h. células parênquima axial (μ m)	150	60	175	102,67	1,81	22,19	492,49	21,6
8. ϕ células parênquima axial (μ m)	150	15	43	27,61	0,43	5,27	27,74	19,1
9. Largura raios unisseriados (μ m)	150	8	28	14,94	0,35	4,26	18,14	28,5
10. h. raios unisseriados (μ m)	150	30	328	126,30	3,88	47,50	2256,25	37,6
11. h. raios unisseriados (células)	150	1	11	4,35	0,14	1,70	2,89	39,1
12. Raios/mm	150	2	7	4,26	0,08	1,01	1,03	23,8
13. Largura raios multisseriados (μ m)	150	30	108	58,50	1,06	12,96	167,90	22,1
14. Largura raios multisseriados (células)	150	2	5	3,61	0,06	0,69	0,48	19,2
15. h. raios multisseriados (μ m)	150	220	1550	670,53	20,35	249,23	62117,83	37,2
16. h. raios multisseriados (células)	150	8	52	24,03	0,72	8,83	78,05	36,8
17. Compr. elementos vasculares (μ m)	150	150	570	346,07	6,26	76,61	5869,66	22,1
18. Compr. apêndices vasculares (μ m)	150	10	160	36,00	2,59	31,69	1004,03	88,0
19. Compr. das fibras (μ m)	300	410	1900	990,17	16,97	293,98	86426,39	29,7
20. ϕ total das fibras (μ m)	300	13	75	37,10	0,73	12,61	158,89	34,0
21. ϕ do lúmen das fibras (μ m)	300	8	70	31,89	0,76	13,11	171,80	41,1
22. h. séries parênquima axial (μ m)	150	210	700	422,07	5,70	69,79	4870,20	16,5
23. h. séries parênquima axial (células)	150	2	7	4,32	0,08	0,99	0,98	23,0
24. Espessura parede fibras (μ m)	300	3	5	3,24	0,04	0,65	0,42	20,1
25. % de fibras	9	38	69	54,78	3,71	11,12	123,69	20,3
26. % de parênquima axial	9	8	28	15,78	1,97	5,91	34,94	37,5
27. % de raios	9	12	26	18,22	1,48	4,44	19,69	24,4
28. % de vasos	9	4	22	11,00	2,11	6,34	40,25	57,7
29. % de vasos solitários	9	51	76	62,67	3,32	9,97	99,50	15,9
30. % de raios unisseriados	9	13	22	17,44	0,99	2,96	8,78	17,0

QUADRO 15. Dados quantitativos da estrutura anômica do xilema de *Annona glabra*.

CARACTERÍSTICA	NÚMERO MEDIÇÕES	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	COEFICIENTE VARIAÇÃO
1. Poros/mm ²	300	3	18	9,39	0,14	2,47	6,10	26,3
2. Ø tangencial de poros (µm)	300	63	160	103,40	0,95	16,52	272,98	16,0
3. Espessura parede de vaso (µm)	150	3	5	4,31	0,08	0,96	0,91	22,2
4. Ø pontuações intervasculares (µm)	30	3	8	6,17	0,31	1,70	2,90	27,6
5. Ø pontuações rádio-vasculares (µm)	30	3	8	5,57	0,27	1,45	2,12	26,1
6. Ø pontuações parênquima-vasculares (µm)	30	5	8	6,30	0,28	1,51	2,29	24,0
7. h. células parênquima axial (µm)	150	75	250	160,57	3,49	42,73	1825,75	26,6
8. Ø células parênquima axial (µm)	150	20	40	28,68	0,32	3,92	15,40	13,7
9. Largura raios unisseriados (µm)	150	10	25	15,84	0,23	2,82	7,93	17,8
10. h. raios unisseriados (µm)	150	53	323	160,55	4,62	56,54	3196,38	35,2
11. h. raios unisseriados (células)	150	2	15	5,97	0,19	2,31	5,33	38,7
12. Raios/mm	150	3	8	5,08	0,08	1,03	1,07	20,3
13. Largura raios multisseriados (µm)	150	28	80	53,11	0,85	10,36	107,23	19,5
14. Largura raios multisseriados (células)	150	2	4	3,03	0,04	0,55	0,30	18,1
15. h. raios multisseriados (µm)	150	250	1150	539,00	14,47	177,28	31426,51	32,9
16. h. raios multisseriados (células)	150	9	50	21,47	0,59	7,27	52,79	33,8
17. Compr. elementos vasculares (µm)	150	250	520	374,73	4,99	61,15	3739,19	16,3
18. Compr. apêndices vasculares (µm)	150	10	130	29,47	2,04	25,03	626,56	84,9
19. Compr. das fibras (µm)	300	820	1970	1335,33	12,15	210,51	44314,60	15,8
20. Ø total das fibras (µm)	300	15	40	25,46	0,24	4,21	17,70	16,5
21. Ø do lúmen das fibras (µm)	300	8	33	18,80	0,25	4,36	18,97	23,2
22. h. séries parênquima axial (µm)	150	280	560	416,00	4,02	49,24	2424,16	11,8
23. h. séries parênquima axial (células)	150	2	4	2,86	0,06	0,73	0,54	25,6
24. Espessura parede fibras (µm)	300	3	5	4,01	0,06	1,00	1,00	25,0
25. % de fibras	9	49	56	52,11	0,81	2,42	5,86	4,6
26. % de parênquima axial	9	17	28	21,89	1,20	3,59	12,86	16,4
27. % de raios	9	14	25	17,22	1,19	3,56	12,69	20,7
28. % de vasos	9	5	13	8,78	0,74	2,22	4,94	25,3
29. % de vasos solitários	9	42	50	47,33	1,03	3,08	9,50	6,5
30. % de raios unisseriados	9	17	28	21,11	1,16	3,48	12,11	16,5

QUADRO 16. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de *Duguetia lanceolata*.

CARACTERÍSTICA	NÚMERO MEDIÇÕES	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	COEFICIENTE VARIAÇÃO
1. Poros/mm ²	300	11	64	28,17	0,56	9,67	93,45	34,3
2. β tangencial de poros (μ m)	300	58	145	94,85	0,85	14,72	216,79	15,5
3. Espessura parede de vaso (μ m)	150	3	8	5,03	0,09	1,07	1,15	21,4
4. β pontuações intervasculares (μ m)	30	3	5	3,20	0,11	0,61	0,37	19,1
5. β pontuações rádio-vasculares (μ m)	30	3	5	3,40	0,15	0,81	0,66	23,9
6. β pontuações parênquima-vasculares (μ m)	30	3	5	3,27	0,13	0,69	0,48	21,2
7. h. células parênquima axial (μ m)	150	93	288	186,95	3,16	38,73	1499,92	20,7
8. β células parênquima axial (μ m)	150	13	40	24,67	0,44	5,43	29,44	22,0
9. Largura raios unisseriados (μ m)	150	8	25	14,29	0,30	3,63	13,17	25,4
10. h. raios unisseriados (μ m)	150	38	273	121,53	4,28	52,40	2746,09	43,1
11. h. raios unisseriados (células)	150	1	11	4,83	0,19	2,32	5,40	48,1
12. Raios/mm	150	3	7	4,51	0,07	0,83	0,69	18,5
13. Largura raios multisseriados (μ m)	150	48	213	99,99	3,02	37,01	1369,49	37,0
14. Largura raios multisseriados (células)	150	3	12	6,47	0,14	1,69	2,85	26,1
15. h. raios multisseriados (μ m)	150	600	3620	1311,53	41,78	511,67	261810,38	39,0
16. h. raios multisseriados (células)	150	25	148	58,03	1,71	20,98	440,29	36,2
17. Compr. elementos vasculares (μ m)	150	210	640	423,73	6,05	74,06	5485,30	17,5
18. Compr. apêndices vasculares (μ m)	150	10	140	35,40	2,04	25,00	625,01	70,6
19. Compr. das fibras (μ m)	300	650	1450	1039,93	8,21	142,16	20209,36	13,7
20. β total das fibras (μ m)	300	13	38	20,13	0,23	3,94	15,53	19,6
21. β do lúmen das fibras (μ m)	300	3	30	11,87	0,26	4,56	20,78	38,4
22. h. séries parênquima axial (μ m)	150	260	590	430,20	5,38	65,84	4334,86	15,3
23. h. séries parênquima axial (células)	150	2	4	2,38	0,05	0,63	0,40	26,5
24. Espessura parede fibras (μ m)	300	3	8	5,19	0,08	1,37	1,88	26,4
25. % de fibras	9	39	52	44,11	1,51	4,54	20,61	10,3
26. % de parênquima axial	9	9	26	15,89	1,81	5,42	29,36	34,1
27. % de raios	9	17	40	26,11	2,60	7,80	60,86	29,9
28. % de vasos	9	7	19	13,89	1,40	4,20	17,61	30,2
29. % de vasos solitários	9	28	57	43,33	3,23	9,70	94,00	22,4
30. % de raios unisseriados	9	9	20	14,33	1,61	4,82	23,25	33,6

QUADRO 17. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de *Guatteria australis*.

CARACTERÍSTICA	NÚMERO MEDIÇÕES	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	COEFICIENTE VARIAÇÃO
1. Poros/mm ²	300	1	24	6,43	0,20	3,48	12,11	54,1
2. ϕ tangencial de poros (μ m)	300	75	235	143,89	2,06	35,63	1269,42	24,8
3. Espessura parede de vaso (μ m)	150	3	8	4,86	0,08	0,98	0,97	20,2
4. ϕ pontuações intervasculares (μ m)	30	5	10	8,43	0,27	1,50	2,25	17,8
5. ϕ pontuações rádio-vasculares (μ m)	30	5	10	7,60	0,27	1,45	2,11	19,1
6. ϕ pontuações parênquima-vasculares (μ m)	30	5	10	7,63	0,24	1,30	1,69	17,0
7. h. células parênquima axial (μ m)	150	113	313	212,07	3,57	43,77	1915,49	20,6
8. ϕ células parênquima axial (μ m)	150	20	38	27,97	0,31	3,79	14,39	13,6
9. Largura raios unisseriados (μ m)	150	8	28	18,91	0,36	4,46	19,86	23,6
10. h. raios unisseriados (μ m)	150	85	1170	226,60	9,65	118,15	13958,56	52,1
11. h. raios unisseriados (células)	150	1	20	6,04	0,25	3,12	9,72	51,6
12. Raios/mm	150	2	6	3,94	0,07	0,86	0,74	21,9
13. Largura raios multisseriados (μ m)	150	48	225	106,34	2,50	30,60	936,27	28,8
14. Largura raios multisseriados (células)	150	2	9	4,91	0,09	1,05	1,10	21,3
15. h. raios multisseriados (μ m)	150	740	3930	1604,67	44,25	541,91	293663,98	33,8
16. h. raios multisseriados (células)	150	25	127	55,25	1,54	18,87	356,05	34,2
17. Compr. elementos vasculares (μ m)	150	230	670	440,13	6,15	75,33	5675,15	17,1
18. Compr. apêndices vasculares (μ m)	150	10	180	35,00	2,28	27,97	782,21	79,9
19. Compr. das fibras (μ m)	300	730	1990	1247,80	11,92	206,45	42623,24	16,5
20. ϕ total das fibras (μ m)	300	18	58	31,36	0,43	7,39	54,58	23,6
21. ϕ do lúmen das fibras (μ m)	300	8	53	24,10	0,45	7,73	59,81	32,1
22. h. séries parênquima axial (μ m)	150	300	640	486,93	5,98	73,28	5370,40	15,0
23. h. séries parênquima axial (células)	150	2	4	2,25	0,04	0,49	0,24	21,9
24. Espessura parede fibras (μ m)	300	3	8	4,20	0,06	1,05	1,11	25,1
25. % de fibras	9	44	60	52,33	1,76	5,29	28,00	10,1
26. % de parênquima axial	9	12	27	20,67	1,48	4,44	19,75	21,5
27. % de raios	9	16	28	22,22	1,23	3,70	13,69	16,7
28. % de vasos	9	2	8	4,78	0,72	2,17	4,69	45,3
29. % de vasos solitários	9	39	69	54,67	3,75	11,26	126,75	20,6
30. % de raios unisseriados	9	20	32	27,22	1,57	4,71	22,19	17,3

QUADRO 18. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de *Porcelia macrocarpa*.

CARACTERÍSTICA	NÚMERO MEDIÇÕES	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	COEFICIENTE VARIAÇÃO
1. Poros/mm ²	300	2	53	16,25	0,57	9,95	99,0	61,2
2. ϕ tangencial de poros (μ m)	300	28	163	99,58	1,61	27,84	775,13	28,0
3. Espessura parede de vaso (μ m)	150	3	8	4,22	0,09	1,12	1,26	26,6
4. ϕ pontuações intervasculares (μ m)	30	3	10	6,57	0,33	1,83	3,36	27,9
5. ϕ pontuações rádio-vasculares (μ m)	30	5	10	7,57	0,29	1,59	2,53	21,0
6. ϕ pontuações parênquima-vasculares (μ m)	30	5	10	7,60	0,27	1,45	2,11	19,1
7. h. células parênquima axial (μ m)	150	68	268	143,55	3,82	46,81	2191,27	32,6
8. ϕ células parênquima axial (μ m)	150	8	38	27,56	0,38	4,70	22,07	17,0
9. Largura raios unisseriados (μ m)	150	8	35	16,18	0,54	6,61	43,64	40,8
10. h. raios unisseriados (μ m)	150	40	680	165,23	8,04	98,44	9690,99	59,6
11. h. raios unisseriados (células)	150	2	22	4,96	0,23	2,83	8,01	57,1
12. Raios/mm	150	2	7	4,60	0,08	0,98	0,95	21,2
13. Largura raios multisseriados (μ m)	150	38	118	71,65	1,35	16,60	275,40	23,2
14. Largura raios multisseriados (células)	150	2	7	4,07	0,10	1,22	1,48	29,8
15. h. raios multisseriados (μ m)	150	330	1930	816,40	28,32	346,84	120295,68	42,5
16. h. raios multisseriados (células)	150	11	61	28,78	0,86	10,59	112,11	36,8
17. Compr. elementos vasculares (μ m)	150	150	630	422,73	7,08	86,70	7516,64	20,5
18. Compr. apêndices vasculares (μ m)	150	10	200	52,67	4,01	49,05	2406,26	93,1
19. Compr. das fibras (μ m)	300	580	2220	1357,0	18,46	319,72	102220,40	23,6
20. ϕ total das fibras (μ m)	300	13	40	22,86	0,24	4,11	16,93	18,0
21. ϕ do lúmen das fibras (μ m)	300	5	28	14,38	0,23	4,07	16,56	28,3
22. h. séries parênquima axial (μ m)	150	250	570	447,6	4,78	58,57	3430,44	13,1
23. h. séries parênquima axial (células)	150	2	4	3,00	0,06	0,79	0,63	26,5
24. Espessura parede fibras (μ m)	300	3	13	4,79	0,06	1,11	1,24	23,2
25. % de fibras	9	55	64	59,67	1,09	3,28	10,75	5,5
26. % de parênquima axial	9	8	24	14,11	2,09	6,27	39,36	44,5
27. % de raios	9	10	22	18,11	1,26	3,79	14,36	20,9
28. % de vasos	9	5	14	8,33	0,87	2,60	6,75	31,2
29. % de vasos solitários	9	37	57	45,78	2,13	6,40	40,94	14,0
30. % de raios unisseriados	9	14	36	25,78	2,66	7,97	63,44	30,9

QUADRO 19. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de *Rollinia emarginata*.

CARACTERÍSTICA	NÚMERO MEDIÇÕES	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	COEFICIENTE VARIAÇÃO
1. Poros/mm ²	300	7	90	39,52	0,90	15,56	242,02	39,4
2. ϕ tangencial de poros (μ m)	300	28	103	59,94	0,67	11,61	134,78	19,4
3. Espessura parede de vaso (μ m)	150	3	5	3,69	0,08	0,96	0,91	25,9
4. ϕ pontuações intervasculares (μ m)	30	3	8	5,67	0,28	1,52	2,30	26,8
5. ϕ pontuações rádio-vasculares (μ m)	30	3	10	6,20	0,35	1,90	3,61	30,7
6. ϕ pontuações parênquima-vasculares (μ m)	30	3	10	7,33	0,32	1,73	2,99	23,6
7. h. células parênquima axial (μ m)	150	48	163	96,79	2,07	25,36	642,98	26,2
8. ϕ células parênquima axial (μ m)	150	13	28	19,65	0,24	2,95	8,70	15,0
9. Largura raios unisseriados (μ m)	150	8	25	15,59	0,29	3,56	12,70	22,9
10. h. raios unisseriados (μ m)	150	40	283	113,04	2,95	36,16	1307,73	32,0
11. h. raios unisseriados (células)	150	2	9	4,26	0,12	1,47	2,15	34,4
12. Raios/mm	150	3	10	6,31	0,10	1,24	1,53	19,6
13. Largura raios multisseriados (μ m)	150	28	113	62,33	1,54	18,82	354,12	30,2
14. Largura raios multisseriados (células)	150	2	5	3,41	0,06	0,73	0,53	21,2
15. h. raios multisseriados (μ m)	150	210	1250	455,20	13,15	161,11	25955,33	35,4
16. h. raios multisseriados (células)	150	8	63	20,01	0,41	7,82	61,15	39,1
17. Compr. elementos vasculares (μ m)	150	90	330	222,00	3,77	46,14	2128,86	20,8
18. Compr. apêndices vasculares (μ m)	150	10	70	16,80	1,05	12,87	165,53	76,6
19. Compr. das fibras (μ m)	300	380	1420	810,87	9,88	171,13	29286,20	21,1
20. ϕ total das fibras (μ m)	300	10	40	18,43	0,27	4,63	21,41	25,1
21. ϕ do lúmen das fibras (μ m)	300	3	35	12,40	0,26	4,51	20,35	36,4
22. h. séries parênquima axial (μ m)	150	160	460	241,00	3,39	41,56	1727,18	17,2
23. h. séries parênquima axial (células)	150	2	5	2,70	0,07	0,82	0,67	30,3
24. Espessura parede fibras (μ m)	300	3	8	3,66	0,06	0,97	0,94	26,5
25. % de fibras	9	33	55	41,67	2,01	6,02	36,25	14,4
26. % de parênquima axial	9	14	31	23,56	1,54	4,61	21,28	19,6
27. % de raios	9	13	38	25,67	2,29	6,87	47,25	26,8
28. % de vasos	9	7	11	9,11	0,54	1,62	2,61	17,7
29. % de vasos solitários	9	32	47	39,33	1,96	5,89	34,75	15,0
30. % de raios unisseriados	9	12	19	17,00	0,83	2,50	6,25	14,7

QUADRO 20. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de *Rollinia exalbida*.

CARACTERÍSTICA	NÚMERO MEDIÇÕES	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	COEFICIENTE VARIAÇÃO
1. Poros/mm ²	300	7	39	20,80	0,37	6,36	40,47	30,6
2. β tangencial de poros (μ m)	300	30	113	77,07	0,86	14,86	220,73	19,3
3. Espessura parede de vaso (μ m)	150	3	8	5,15	0,10	1,17	1,38	22,8
4. β pontuações intervasculares (μ m)	30	5	10	7,57	0,22	1,22	1,50	16,2
5. β pontuações rádio-vasculares (μ m)	30	5	8	6,60	0,28	1,52	2,32	23,1
6. β pontuações parênquima-vasculares (μ m)	30	3	10	7,43	0,31	1,68	2,81	22,5
7. h. células parênquima axial (μ m)	150	38	223	125,35	3,48	42,59	1814,28	34,0
8. β células parênquima axial (μ m)	150	18	38	25,82	0,35	4,25	18,04	16,5
9. Largura raios unisseriados (μ m)	150	8	25	13,39	0,27	3,30	10,90	24,7
10. h. raios unisseriados (μ m)	150	55	473	135,13	4,35	53,26	2836,63	39,4
11. h. raios unisseriados (células)	150	2	19	5,57	0,18	2,26	5,11	40,5
12. Raios/mm	150	2	7	4,57	0,07	0,92	0,84	20,0
13. Largura raios multisseriados (μ m)	150	25	113	57,89	1,18	14,51	210,44	25,1
14. Largura raios multisseriados (células)	150	2	6	3,64	0,06	0,71	0,50	19,4
15. h. raios multisseriados (μ m)	150	210	1580	614,60	20,14	246,70	60862,59	40,1
16. h. raios multisseriados (células)	150	9	64	25,85	0,81	9,87	97,50	38,2
17. Compr. elementos vasculares (μ m)	150	160	520	338,73	5,04	61,68	3804,43	18,2
18. Compr. apêndices vasculares (μ m)	150	10	130	32,67	2,27	27,80	772,71	85,1
19. Compr. das fibras (μ m)	300	510	1970	1346,90	14,47	250,67	62834,84	18,6
20. β total das fibras (μ m)	300	13	48	23,17	0,30	5,25	27,55	22,7
21. β do lúmen das fibras (μ m)	300	5	43	14,93	0,31	5,32	28,26	35,6
22. h. séries parênquima axial (μ m)	150	250	520	390,13	4,70	57,58	3315,42	14,76
23. h. séries parênquima axial (células)	150	2	11	4,16	0,14	1,75	3,06	42,1
24. Espessura parede fibras (μ m)	300	3	8	4,78	0,06	1,07	1,15	22,5
25. % de fibras	9	45	56	50,33	1,28	3,84	14,75	7,6
26. % de parênquima axial	9	11	26	19,78	1,96	5,87	34,44	29,7
27. % de raios	9	13	26	18,78	1,29	3,87	14,94	20,6
28. % de vasos	9	7	19	11,11	1,17	3,52	12,36	31,6
29. % de vasos solitários	9	31	49	42,89	2,01	6,03	36,36	14,1
30. % de raios unisseriados	9	9	17	12,78	0,74	2,22	4,94	17,4

QUADRO 21. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de *Rollinia sericea*.

CARACTERÍSTICA	NÚMERO MEDIÇÕES	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	COEFICIENTE VARIAÇÃO
1. Poros/mm ²	300	2	14	5,52	0,11	1,99	3,96	36,1
2. Ø tangencial de poros (µm)	300	63	193	133,62	1,20	20,78	431,71	15,6
3. Espessura parede de vaso (µm)	150	3	8	4,19	0,08	1,03	1,07	24,7
4. Ø pontuações intervasculares (µm)	30	5	8	7,10	0,26	1,40	1,96	19,7
5. Ø pontuações rádio-vasculares (µm)	30	5	10	6,67	0,30	1,63	2,64	24,4
6. Ø pontuações parênquima-vasculares (µm)	30	5	10	7,43	0,27	1,45	2,12	19,6
7. h. células parênquima axial (µm)	150	43	195	99,33	1,76	21,50	462,41	21,6
8. Ø células parênquima axial (µm)	150	15	38	28,36	0,36	4,39	19,25	15,5
9. Largura raios unisseriados (µm)	150	8	28	14,50	0,29	3,59	12,87	24,7
10. h. raios unisseriados (µm)	150	65	325	137,79	3,37	41,28	1704,07	30,0
11. h. raios unisseriados (células)	150	2	11	4,98	0,13	1,62	2,61	32,4
12. Raios/mm	150	3	8	4,65	0,08	0,94	0,87	20,1
13. Largura raios multisseriados (µm)	150	25	103	59,25	1,46	17,93	321,55	30,3
14. Largura raios multisseriados (células)	150	2	7	3,97	0,07	0,81	0,65	20,3
15. h. raios multisseriados (µm)	150	280	1270	631,53	13,94	170,69	29133,87	27,0
16. h. raios multisseriados (células)	150	11	63	25,10	0,67	8,16	66,51	32,5
17. Compr. elementos vasculares (µm)	150	150	550	339,07	5,04	61,69	3805,83	18,2
18. Compr. apêndices vasculares (µm)	150	10	160	27,07	2,44	29,93	896,04	110,6
19. Compr. das fibras (µm)	300	580	1650	1012,43	10,81	187,19	35041,22	18,5
20. Ø total das fibras (µm)	300	15	58	32,62	0,43	7,50	56,31	23,0
21. Ø do lúmen das fibras (µm)	300	10	53	26,49	0,45	7,82	61,12	29,5
22. h. séries parênquima axial (µm)	150	220	500	378,07	4,67	57,25	3277,45	15,1
23. h. séries parênquima axial (células)	150	2	5	3,54	0,06	0,73	0,53	20,6
24. Espessura parede fibras (µm)	300	3	8	3,73	0,06	0,99	0,98	26,5
25. % de fibras	9	46	72	60,67	3,00	9,00	81,00	14,8
26. % de parênquima axial	9	4	26	13,56	2,59	7,76	60,28	57,3
27. % de raios	9	12	23	18,78	1,14	3,42	11,69	18,2
28. % de vasos	9	4	14	7,00	1,09	3,28	10,75	46,8
29. % de vasos solitários	9	59	70	65,22	1,05	3,15	9,94	4,8
30. % de raios unisseriados	9	8	23	14,33	1,34	4,03	16,25	28,1

QUADRO 22. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de *Rollinia silvatica*.

CARACTERÍSTICA	NÚMERO MEDIÇÕES	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	COEFICIENTE VARIAÇÃO
1. Poros/mm ²	300	4	60	18,28	0,47	8,17	66,76	44,7
2. Ø tangencial de poros (µm)	300	65	150	102,55	0,94	16,36	267,61	16,0
3. Espessura parede de vaso (µm)	150	3	5	4,45	0,07	0,89	0,80	20,1
4. Ø pontuações intervasculares (µm)	30	5	8	7,30	0,24	1,29	1,67	17,7
5. Ø pontuações rádio-vasculares (µm)	30	5	8	7,00	0,26	1,44	2,07	20,5
6. Ø pontuações parênquima-vasculares (µm)	30	5	8	7,10	0,26	1,40	1,96	19,7
7. h. células parênquima axial (µm)	150	68	195	120,81	2,37	29,08	845,41	24,1
8. Ø células parênquima axial (µm)	150	18	38	27,40	0,32	3,90	15,21	14,2
9. Largura raios unisseriados (µm)	150	8	25	15,67	0,23	2,84	8,09	18,1
10. h. raios unisseriados (µm)	150	30	190	105,98	2,76	33,77	1140,18	31,9
11. h. raios unisseriados (células)	150	1	9	4,22	0,14	1,67	2,80	39,7
12. Raios/mm	150	3	9	5,31	0,09	1,06	1,11	19,9
13. Largura raios multisseriados (µm)	150	28	113	63,16	1,28	15,63	244,19	24,7
14. Largura raios multisseriados (células)	150	2	6	4,24	0,06	0,71	0,51	16,8
15. h. raios multisseriados (µm)	150	190	1070	517,00	14,70	180,05	32417,11	34,8
16. h. raios multisseriados (células)	150	7	48	23,52	0,66	8,08	65,24	34,3
17. Compr. elementos vasculares (µm)	150	180	480	329,80	4,18	51,18	2619,42	15,5
18. Compr. apêndices vasculares (µm)	150	10	100	25,13	1,37	16,74	280,18	66,6
19. Compr. das fibras (µm)	300	500	1500	1026,73	9,55	165,37	27347,15	16,1
20. Ø total das fibras (µm)	300	15	70	29,27	0,44	7,64	58,39	26,1
21. Ø do lúmen das fibras (µm)	300	10	65	23,89	0,44	7,69	59,19	32,2
22. h. séries parênquima axial (µm)	150	250	450	340,93	3,87	47,36	2243,42	13,9
23. h. séries parênquima axial (células)	150	2	4	3,28	0,07	0,83	0,69	25,3
24. Espessura parede fibras (µm)	300	3	5	3,31	0,04	0,73	0,53	22,0
25. % de fibras	9	31	49	38,11	1,89	5,67	32,11	14,9
26. % de parênquima axial	9	16	32	23,89	1,57	4,70	22,11	19,7
27. % de raios	9	16	22	19,00	0,65	1,94	3,75	10,2
28. % de vasos	9	13	26	19,00	1,39	4,18	17,50	22,0
29. % de vasos solitários	9	42	62	51,33	2,02	6,06	36,75	11,8
30. % de raios unisseriados	9	2	7	3,89	0,54	1,62	2,61	41,6

QUADRO 23. Dados quantitativos da estrutura anatômica do xilema de *Xylopia brasiliensis*.

CARACTERÍSTICA	NÚMERO MEDIÇÕES	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	COEFICIENTE VARIAÇÃO
1. Poros/mm ²	300	4	27	10,93	0,22	3,89	15,12	35,6
2. ϕ tangencial de poros (μ m)	300	55	238	119,09	1,76	30,42	925,26	25,5
3. Espessura parede de vaso (μ m)	150	3	8	5,17	0,11	1,40	1,95	27,0
4. ϕ pontuações intervasculares (μ m)	30	3	8	5,27	0,29	1,57	2,48	29,9
5. ϕ pontuações rádio-vasculares (μ m)	30	3	8	5,20	0,23	1,27	1,61	24,4
6. ϕ pontuações parênquima-vasculares (μ m)	30	5	8	6,10	0,27	1,47	2,16	24,1
7. h. células parênquima axial (μ m)	150	68	225	140,11	2,60	31,88	1016,08	22,8
8. ϕ células parênquima axial (μ m)	150	13	50	23,07	0,47	5,71	32,59	24,7
9. Largura raios unisseriados (μ m)	150	8	30	13,23	0,31	3,75	14,07	28,3
10. h. raios unisseriados (μ m)	150	63	588	183,99	7,32	89,64	8034,83	48,7
11. h. raios unisseriados (células)	150	2	23	7,41	0,30	3,65	13,34	49,3
12. Raios/mm	150	3	10	6,87	0,09	1,12	1,24	16,2
13. Largura raios multisseriados (μ m)	150	20	50	35,75	0,51	6,21	38,61	17,4
14. Largura raios multisseriados (células)	150	2	4	2,95	0,04	0,45	0,20	15,1
15. h. raios multisseriados (μ m)	150	350	3070	1009,07	39,11	478,95	22395,10	47,5
16. h. raios multisseriados (células)	150	17	147	48,03	1,86	22,82	520,86	47,5
17. Compr. elementos vasculares (μ m)	150	370	850	551,27	7,05	86,32	7451,40	15,7
18. Compr. apêndices vasculares (μ m)	150	10	250	55,13	3,96	48,52	2354,01	88,0
19. Compr. das fibras (μ m)	300	600	1900	1084,83	12,57	217,70	47392,95	20,1
20. ϕ total das fibras (μ m)	300	13	43	25,51	0,31	5,38	28,89	21,1
21. ϕ do lúmen das fibras (μ m)	300	3	38	17,31	0,31	5,35	28,59	30,9
22. h. séries parênquima axial (μ m)	150	440	800	610,87	6,09	74,64	5570,38	12,2
23. h. séries parênquima axial (células)	150	2	9	4,33	0,08	0,97	0,93	22,3
24. Espessura parede fibras (μ m)	300	3	10	4,83	0,08	1,35	1,82	28,0
25. % de fibras	9	51	67	58,22	1,50	4,49	20,19	7,7
26. % de parênquima axial	9	5	19	12,00	1,40	4,21	17,75	35,1
27. % de raios	9	11	22	18,44	1,24	3,71	13,78	20,1
28. % de vasos	9	8	15	11,33	0,91	2,74	7,50	24,2
29. % de vasos solitários	9	25	47	35,89	2,67	8,02	64,36	22,4
30. % de raios unisseriados	9	10	21	14,67	1,22	3,67	13,50	25,1

APÊNDICE 3

DADOS QUANTITATIVOS DAS INICIAIS FUSIFORMES DO CÂMBIO

QUADRO 24. Dados quantitativos de comprimento das iniciais fusiformes do câmbio das espécies em estudo (μm).

ESPÉCIES	NÚMERO MÉDIO	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	MÉDIA	ERRO PADRÃO	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	COEFICIENTE VARIAÇÃO
1. <i>Annona cacans</i> var. <i>glabriuscula</i>	300	250	610	442,73	4,17	72,30	5227,29	16,3
2. <i>Annona glabra</i>	300	240	530	379,90	3,17	54,93	3017,05	14,5
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	300	290	520	380,77	2,67	46,18	2132,19	12,1
4. <i>Guatteria australis</i>	300	280	700	495,67	3,70	64,03	4099,55	12,9
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	300	370	710	507,60	3,01	52,15	2719,30	10,3
6. <i>Rollinia emarginata</i>	300	170	410	274,20	2,10	36,36	1322,10	13,3
7. <i>Rollinia exalbida</i>	300	190	470	339,57	2,95	51,10	2610,85	15,0
8. <i>Rollinia sericea</i>	300	280	590	420,43	2,76	47,86	2290,45	11,4
9. <i>Rollinia silvatica</i>	300	230	540	361,50	2,61	45,17	2040,22	12,5
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	300	420	800	601,83	3,94	68,23	4655,82	11,3

APÊNDICE 4

CARTÕES PERFURADOS

A B C D E F G H		I J K L M N O P Q	
GROWTH RINGS		FIBRES, ETC.	
88		SEPTATE	23
79	DIFFUSE POROUS	THICK WALLED	24
98	INTERMED. RING POROUS	PITS DISTINCTLY BORDERED	25
58	RING POROUS	TRACHEIDS PRESENT	26
48	PRESENT		27
38		COMMONLY > 1 MM. HIGH	28
28	TEMP. SOUTH AMERICA	EXCLUSIVELY 1-SERiate	29
18	CENT. AMERICA, W. INDIES	COMMONLY 4-10-SERiate	30
08	NORTH AMERICA	COMMONLY > 10-SERiate	31
67	SOUTH AFRICA	AGGREGATE RAYS	32
77	AUSTRALIA, NEW ZEALAND	2 DISTINCT WIDTHS	33
78	TROP. AFRICA & MASC. IS.	HOMOGENEOUS	34
66		4 OR MORE MARG. ROWS	35
57	INDIA, ETC.	10 OR MORE MARG. ROWS	36
47	EUROPE, ETC.	2-OR-3 SER. PARTS NARROW	37
37		TILE CELLS	38
27		SHEATH CELLS	39
17	DENSITY (A.D.) < 0.1	CANALS OR LATEX TUBES	40
70	DENSITY (A.D.) < 0.4	STORIED	41
69	SPLINTER BURNS TO ASH	COMMONLY < 4/MM.	42
68	DISTINCTIVE COLOUR	COMMONLY > 12/MM.	43
67	DISTINCT ODOUR	PITS TO VESSELS LARGE	44
OTHER FEATURES		PITS TO VESSELS LARGE	
66	OIL OR MUCILAGE CELLS		
65	RAPHIDES AND DRUSES		
64	CRYSTALS: IN IDIOBLASTS		
63	CRYSTALS: CHAMBERED CELLS		
62	CRYSTALS: ORDINARY CELLS		
61	VERTICAL CANALS IN TANG. LINES		
60	VERTICAL CANALS		
59	INCLUDED PHLOEM		
58	FUSIFORM CELLS COMMON		
57	STORIED		
56	BANDS < 6 PER MM.		
55	BANDS < 4-SERiate		
54	BANDS 1-SERiate		
53	BANDS		
52	BANDS		
51	BANDS		
50	PAR. RARE OR ABSENT		
49	ALIFORM OR CONFLUENT		
48	VASCICENTRIC		
47	PREDOM. PARATRACHEAL		
46	DIFFUSE		
45	PREDOM. APOTRACHEAL		
PARENCHYMA		RAYS	
AMENDED F.P.R.L., 1938 HARDWOOD KEY CARD, JUNE 1973.		4 OR MORE MARG. ROWS	
PARANQUET U.K. REGD. TRADE MARK 73/C.C. 674310		10 OR MORE MARG. ROWS	
FAMILY: Annonaceae		2 OR 3 SER. PARTS NARROW	
NAME: Annona cacans (Warm.)		TILE CELLS	
var. glabriuscula R. E. Fries		SHEATH CELLS	
		CANALS OR LATEX TUBES	
		STORIED	
		COMMONLY < 4/MM.	
		COMMONLY > 12/MM.	
		PITS TO VESSELS LARGE	

Figura 68. Cartão perfurado com as principais características do xilema de *Annona cacans* var. *glabriuscula*.

A B C D E F G H		I J K L M N O P Q	
88		EXCLUSIVELY SOLITARY	1
78	DIFFUSE POROUS	RADIAL GROUPS OF 4	2
98	INTERMED RING POROUS	RADIAL OR OBLIQUE	3
48	RING POROUS	TANGENTIAL ARRANGEMENT	4
68	PRESENT	PORE CLUSTERS	5
28	TEMP. SOUTH AMERICA	PERFS. SIMPLE	6
18	SEIES	MULT. PERF. PLATES	7
08	NORTH AMERICA	PLATES WITH > 20 BARS	8
67	SOUTH AFRICA	SPIRALS	9
87	TROP. AFRICA & MASC. IS.	PITS MINUTE	10
97	AUSTRALIA, NEW ZEALAND	PITS HORIZONTAL OR SCAL.	11
57	INDIA, ETC.	PITS VESTURED	12
47	EUROPE, ETC.	VESSELS ABSENT	13
37		TYLOSES ABUNDANT	14
27		TYLOSES SCLEROSSED	15
17		DEPOSITS OR GUM	16
07		FEWER THAN 5/S. MM.	17
97		FEWER THAN 20/S. MM.	18
87		MORE THAN 40/S. MM.	19
77		MEAN T.D. < 50	20
67		MEAN T.D. < 100	21
57		MEAN T.D. > 200	22
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			
77			
67			
57			
47			
37			
27			
17			
07			
97			
87			

A B C D E F G		H	
88		EXCLUSIVELY SOLITARY	1
87		RADIAL GROUPS OF 4	2
		RADIAL OR OBLIQUE	3
		TANGENTIAL ARRANGEMENT	4
		PORE CLUSTERS	5
		PERFS. SIMPLE	6
		MULT. PERF. PLATES	7
		PLATES WITH > 20 BARS	8
		SPIRALS	9
		PITS MINUTE	10
		PITS HORIZONTAL OR SCAL.	11
		PITS VESTURED	12
		VESSELS ABSENT	13
		TYLOSES ABUNDANT	14
		TYLOSES SCLEROSSED	15
		DEPOSITS OR GUM	16
		FEWER THAN 5/S. MM.	17
		FEWER THAN 20/S. MM.	18
		MORE THAN 40/S. MM.	19
		MEAN T.D. < 50	20
		MEAN T.D. < 100	21
		MEAN T.D. > 200	22
GROWTH RINGS		VESSELS	
GEOGRAPHICAL REGIONS		FAMILY: <i>Annona</i>	
PHYSICAL PROPERTIES		NAME: <i>Guatteria australis</i> St. Hil.	
68		AMENDED F.P.R.L. 1938 HARDWOOD KEY CARD, JUNE 1973.	
67		PARAMOUNT U.K. REF. 16401 MARK 22/C.C. 024510	
66		OTHER FEATURES	
65		OIL OR MUCILAGE CELLS	
64		RAPHIDES AND DRUSES	
63		CRYSTALS: IN IDIOBLASTS	
62		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS	
61		CRYSTALS: ORDINARY CELLS	
60		VERTICAL CANALS IN TANG. LINES	
59		VERTICAL CANALS	
58		INCLUDED PHLOEM	
57		FUSIFORM CELLS COMMON	
56		STORIED	
55		BANDS < 6 PER MM.	
54		BANDS < 4-SERiate	
53		BANDS 1-SERiate	
52		BANDS	
51		PAR. RARE OR ABSENT	
50		ALIFORM OR CONFLUENT	
49		VASCICENTRIC	
48		PREDOM. PARATRACHEAL	
47		DIFFUSE	
46		PREDOM. APOTRACHEAL	
45		RAYS	
44		FIBRES, ETC.	
43		SEPTATE	
42		THICK WALLED	
41		PITS DISTINCTLY BORDERED	
40		TRACHEIDS PRESENT	
39		COMMONLY > 1 MM. HIGH	
38		EXCLUSIVELY 1-SERiate	
37		COMMONLY 4-10-SERiate	
36		COMMONLY > 10-SERiate	
35		AGGREGATE RAYS	
34		2 DISTINCT WIDTHS	
33		HOMOGENEOUS	
32		4 OR MORE MARG. ROWS	
31		10 OR MORE MARG. ROWS	
30		2-OR-3-SER. PARTS NARROW	
29		TILE CELLS	
28		SHEATH CELLS	
27		CANALS OR LATEX TUBES	
26		STORIED	
25		COMMONLY < 4/MM.	
24		COMMONLY > 12/MM.	
23		PITS TO VESSELS LARGE	
22			
21			
20			
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12			
11			
10			
9			
8			
7			
6			
5			
4			
3			
2			
1			

Figura 71. Cartão perfurado com as principais características do xilema de *Guatteria australis*.

A B C D E F G H		I J K L M N O P Q	
GROWTH RINGS		FIBRES, ETC.	
88	EXCLUSIVELY SOLITARY	1	SEPTATE
70	RADIAL GROUPS OF 4	2	THICK WALLED
58	RADIAL OR OBLIQUE	3	PITS DISTINCTLY BORDERED
48	TANGENTIAL ARRANGEMENT	4	TRACHEIDS PRESENT
38	PORE CLUSTERS	5	
28	PERFS. SIMPLE	6	COMMONLY > 1 MM. HIGH
18	MULT. PERF. PLATES	7	EXCLUSIVELY 1-SERiate
08	PLATES WITH > 20 BARS	8	COMMONLY 4-10-SERiate
	SPIRALS	9	COMMONLY > 10-SERiate
	PITS MINUTE	10	COMMONLY 10-SERiate
	PITS HORIZONTAL OR SCAL.	11	AGGREGATE RAYS
	PITS VESTURED	12	2 DISTINCT WIDTHS
	VESSELS ABSENT	13	HOMOGENEOUS
	TYLOSES ABUNDANT	14	4 OR MORE MARQ. ROWS
	TYLOSES SCLEROSSED	15	10 OR MORE MARQ. ROWS
	DEPOSITS OR GUM	16	
	FEWER THAN 5/S. MM.	17	
	FEWER THAN 20/S. MM.	18	
	MORE THAN 40/S. MM.	19	
	MEAN T.D. < 50	20	
	MEAN T.D. < 100	21	
	MEAN T.D. > 200	22	
GEOGRAPHICAL REGIONS		RAYS	
68	CENT. AMERICA, W. INDIES	37	2-OR-3-SER. PARTS NARROW
58	TEMP. SOUTH AMERICA	38	TILE CELLS
48	SOUTH AMERICA	39	SHEATH CELLS
38	NORTH AMERICA	40	CANALS OR LATEX TUBES
28	AUSTRALIA, NEW ZEALAND	41	STORIED
18	TROP. AFRICA & MASC. IS.	42	COMMONLY < 4/MM.
08	SOUTH AFRICA	43	COMMONLY > 12/MM.
	INDIA, ETC.	44	PITS TO VESSELS LARGE
	MALAY, ETC.		
	EUROPE, ETC.		
PHYSICAL PROPERTIES		OTHER FEATURES	
67	DISTINCT ODOUR	66	CRYSTALS: IN IDIOBLASTS
68	DISTINCTIVE COLOUR	65	CRYSTALS: CHAMBERED CELLS
69	SPLINTER BURNS TO ASH	64	CRYSTALS: ORDINARY CELLS
70	DENSITY (A.D.) < 0.4	63	VERTICAL CANALS IN TANG. LINES
71	DENSITY (A.D.) < 0.1	62	VERTICAL CANALS
72		61	INCLUDED PHLOEM
		60	FUSIFORM CELLS COMMON
		59	STORIED
		58	BANDS 4-6 PER MM.
		57	BANDS 4-SERiate
		56	BANDS 1-SERiate
		55	BANDED
		54	PAR. RARE OR ABSENT
		53	ALIFORM OR CONFLUENT
		52	VASICENTRIC
		51	PREDOM. PARATRACHEAL
		50	DIFFUSE
		49	PREDOM. APOTRACHEAL

Figura 72. Cartão perfurado com as principais características do xilema de *Porcelia macrocarpa*.

[illegible]

Figura 73. Cartão perfurado com as principais características do xilema de *Rollinia emarginata*.

A B C D E F G H									
88									
78									
98									
58									
48									
68									
88									
28									
18									
08									
67									
77									
97									
57									
47									
67									
27									
17									
07									
69									
68									
79									
PHYSICAL PROPERTIES									
66									
65									
64									
63									
62									
61									
60									
59									
58									
57									
56									
55									
54									
53									
52									
51									
50									
49									
48									
47									
46									
45									
GEOGRAPHICAL REGIONS									
18									
08									
67									
77									
97									
57									
47									
67									
27									
17									
07									
69									
68									
79									
GROWTH RINGS									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
OTHER FEATURES									
66									
65									
64									
63									
62									
61									
60									
59									
58									
57									
56									
55									
54									
53									
52									
51									
50									
49									
48									
47									
46									
45									
PARENCHYMA									
66									
65									
64									
63									
62									
61									
60									
59									
58									
57									
56									
55									
54									
53									
52									
51									
50									
49									
48									
47									
46									
45									
VESSELS									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
FIBRES, ETC.									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
RAYS									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									

Figura 74. Cartão perfurado com as principais características do xilema de *Rollinia exalbida*.

A B C D E F G H		I J K L M N O P Q	
GROWTH RINGS		FIBRES, ETC.	
88	EXCLUSIVELY SOLITARY	1	SEPTATE
87	RADIAL GROUPS OF 4	2	THICK WALLED
86	RADIAL OR OBLIQUE	3	PITS DISTINCTLY BORDERED
85	TANGENTIAL ARRANGEMENT	4	TRACHEIDS PRESENT
84	PORE CLUSTERS	5	
83	PERFS. SIMPLE	6	
82	MULT. PERF. PLATES	7	
81	PLATES WITH > 20 BARS	8	
80	SPIRALS	9	
79	PITS MINUTE	10	
78	PITS HORIZONTAL OR SCAL.	11	
77	PITS VESTURED	12	
76	VESSLS ABSENT	13	
75	TYLOSES ABUNDANT	14	
74	TYLOSES SCLEROSED	15	
73	DEPOSITS OR GUM	16	
72	FEWER THAN 5/S. MM.	17	
71	FEWER THAN 20/S. MM.	18	
70	MORE THAN 40/S. MM.	19	
69	MEAN T.D. > 50	20	
68	MEAN T.D. < 100	21	
67	MEAN T.D. > 200	22	
VESSLS			
FAMILY: Annonaceae		NAME: <i>Rollinia sericea</i> R. E. Fries	
GEOGRAPHICAL REGIONS		OTHER FEATURES	
18	CENT. AMERICA, W. INDIES	AMENDED F.P.R.L. 1938 HANDWOOD KEY CARD, JUNE 1973.	
09	NORTH AMERICA	PARANQUET, U.K. REGD. TRADE MARK 75/C.C. 674810	
62	SOUTH AFRICA		
78	TROP. AFRICA & MASC. IS.		
77	AUSTRALIA, NEW ZEALAND		
67	MALAY. ETC.		
57	INDIA, ETC.		
47	EUROPE, ETC.		
PHYSICAL PROPERTIES		PARENCHYMA	
67	DISTINCT ODOUR	BANDS 1 - SERIATE	
68	DISTINCTIVE COLOUR	BANDS 4 - SERIATE	
69	SPLINTER BURNS TO ASH	BANDS 6 PER MM	
70	DENSITY (A.D.) < 0.4	FUSIFORM CELLS COMMON	
71	DENSITY (A.D.) < 0.1	STORIED	
72		INCLUDED PHLOEM	
73		VERTICAL CANALS	
74		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61	
75		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62	
76		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63	
77		RAPHIDES AND DRUSES 64	
78		OIL OR MUCILAGE CELLS 65	
79		PREDOM. APOTRACHEAL 45	
80		DIFFUSE 46	
81		PREDOM. PARATRACHEAL 47	
82		VASCICENTRIC 48	
83		ALFORM OR CONFLUENT 49	
84		PAR. RARE OR ABSENT 50	
85		BANDS 1 - SERIATE 51	
86		BANDS 4 - SERIATE 52	
87		BANDS 6 PER MM 53	
88		FUSIFORM CELLS COMMON 54	
89		STORIED 55	
90		INCLUDED PHLOEM 56	
91		VERTICAL CANALS 57	
92		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 58	
93		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 59	
94		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 60	
95		RAPHIDES AND DRUSES 64 61	
96		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 62	
97		PREDOM. APOTRACHEAL 45 63	
98		DIFFUSE 46 64	
99		PREDOM. PARATRACHEAL 47 65	
100		VASCICENTRIC 48 66	
101		ALFORM OR CONFLUENT 49 67	
102		PAR. RARE OR ABSENT 50 68	
103		BANDS 1 - SERIATE 51 69	
104		BANDS 4 - SERIATE 52 70	
105		BANDS 6 PER MM 53 71	
106		FUSIFORM CELLS COMMON 54 72	
107		STORIED 55 73	
108		INCLUDED PHLOEM 56 74	
109		VERTICAL CANALS 57 75	
110		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 76	
111		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 77	
112		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 78	
113		RAPHIDES AND DRUSES 64 79	
114		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 80	
115		PREDOM. APOTRACHEAL 45 81	
116		DIFFUSE 46 82	
117		PREDOM. PARATRACHEAL 47 83	
118		VASCICENTRIC 48 84	
119		ALFORM OR CONFLUENT 49 85	
120		PAR. RARE OR ABSENT 50 86	
121		BANDS 1 - SERIATE 51 87	
122		BANDS 4 - SERIATE 52 88	
123		BANDS 6 PER MM 53 89	
124		FUSIFORM CELLS COMMON 54 90	
125		STORIED 55 91	
126		INCLUDED PHLOEM 56 92	
127		VERTICAL CANALS 57 93	
128		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 94	
129		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 95	
130		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 96	
131		RAPHIDES AND DRUSES 64 97	
132		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 98	
133		PREDOM. APOTRACHEAL 45 99	
134		DIFFUSE 46 100	
135		PREDOM. PARATRACHEAL 47 101	
136		VASCICENTRIC 48 102	
137		ALFORM OR CONFLUENT 49 103	
138		PAR. RARE OR ABSENT 50 104	
139		BANDS 1 - SERIATE 51 105	
140		BANDS 4 - SERIATE 52 106	
141		BANDS 6 PER MM 53 107	
142		FUSIFORM CELLS COMMON 54 108	
143		STORIED 55 109	
144		INCLUDED PHLOEM 56 110	
145		VERTICAL CANALS 57 111	
146		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 112	
147		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 113	
148		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 114	
149		RAPHIDES AND DRUSES 64 115	
150		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 116	
151		PREDOM. APOTRACHEAL 45 117	
152		DIFFUSE 46 118	
153		PREDOM. PARATRACHEAL 47 119	
154		VASCICENTRIC 48 120	
155		ALFORM OR CONFLUENT 49 121	
156		PAR. RARE OR ABSENT 50 122	
157		BANDS 1 - SERIATE 51 123	
158		BANDS 4 - SERIATE 52 124	
159		BANDS 6 PER MM 53 125	
160		FUSIFORM CELLS COMMON 54 126	
161		STORIED 55 127	
162		INCLUDED PHLOEM 56 128	
163		VERTICAL CANALS 57 129	
164		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 130	
165		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 131	
166		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 132	
167		RAPHIDES AND DRUSES 64 133	
168		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 134	
169		PREDOM. APOTRACHEAL 45 135	
170		DIFFUSE 46 136	
171		PREDOM. PARATRACHEAL 47 137	
172		VASCICENTRIC 48 138	
173		ALFORM OR CONFLUENT 49 139	
174		PAR. RARE OR ABSENT 50 140	
175		BANDS 1 - SERIATE 51 141	
176		BANDS 4 - SERIATE 52 142	
177		BANDS 6 PER MM 53 143	
178		FUSIFORM CELLS COMMON 54 144	
179		STORIED 55 145	
180		INCLUDED PHLOEM 56 146	
181		VERTICAL CANALS 57 147	
182		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 148	
183		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 149	
184		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 150	
185		RAPHIDES AND DRUSES 64 151	
186		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 152	
187		PREDOM. APOTRACHEAL 45 153	
188		DIFFUSE 46 154	
189		PREDOM. PARATRACHEAL 47 155	
190		VASCICENTRIC 48 156	
191		ALFORM OR CONFLUENT 49 157	
192		PAR. RARE OR ABSENT 50 158	
193		BANDS 1 - SERIATE 51 159	
194		BANDS 4 - SERIATE 52 160	
195		BANDS 6 PER MM 53 161	
196		FUSIFORM CELLS COMMON 54 162	
197		STORIED 55 163	
198		INCLUDED PHLOEM 56 164	
199		VERTICAL CANALS 57 165	
200		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 166	
201		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 167	
202		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 168	
203		RAPHIDES AND DRUSES 64 169	
204		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 170	
205		PREDOM. APOTRACHEAL 45 171	
206		DIFFUSE 46 172	
207		PREDOM. PARATRACHEAL 47 173	
208		VASCICENTRIC 48 174	
209		ALFORM OR CONFLUENT 49 175	
210		PAR. RARE OR ABSENT 50 176	
211		BANDS 1 - SERIATE 51 177	
212		BANDS 4 - SERIATE 52 178	
213		BANDS 6 PER MM 53 179	
214		FUSIFORM CELLS COMMON 54 180	
215		STORIED 55 181	
216		INCLUDED PHLOEM 56 182	
217		VERTICAL CANALS 57 183	
218		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 184	
219		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 185	
220		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 186	
221		RAPHIDES AND DRUSES 64 187	
222		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 188	
223		PREDOM. APOTRACHEAL 45 189	
224		DIFFUSE 46 190	
225		PREDOM. PARATRACHEAL 47 191	
226		VASCICENTRIC 48 192	
227		ALFORM OR CONFLUENT 49 193	
228		PAR. RARE OR ABSENT 50 194	
229		BANDS 1 - SERIATE 51 195	
230		BANDS 4 - SERIATE 52 196	
231		BANDS 6 PER MM 53 197	
232		FUSIFORM CELLS COMMON 54 198	
233		STORIED 55 199	
234		INCLUDED PHLOEM 56 200	
235		VERTICAL CANALS 57 201	
236		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 202	
237		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 203	
238		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 204	
239		RAPHIDES AND DRUSES 64 205	
240		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 206	
241		PREDOM. APOTRACHEAL 45 207	
242		DIFFUSE 46 208	
243		PREDOM. PARATRACHEAL 47 209	
244		VASCICENTRIC 48 210	
245		ALFORM OR CONFLUENT 49 211	
246		PAR. RARE OR ABSENT 50 212	
247		BANDS 1 - SERIATE 51 213	
248		BANDS 4 - SERIATE 52 214	
249		BANDS 6 PER MM 53 215	
250		FUSIFORM CELLS COMMON 54 216	
251		STORIED 55 217	
252		INCLUDED PHLOEM 56 218	
253		VERTICAL CANALS 57 219	
254		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 220	
255		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 221	
256		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 222	
257		RAPHIDES AND DRUSES 64 223	
258		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 224	
259		PREDOM. APOTRACHEAL 45 225	
260		DIFFUSE 46 226	
261		PREDOM. PARATRACHEAL 47 227	
262		VASCICENTRIC 48 228	
263		ALFORM OR CONFLUENT 49 229	
264		PAR. RARE OR ABSENT 50 230	
265		BANDS 1 - SERIATE 51 231	
266		BANDS 4 - SERIATE 52 232	
267		BANDS 6 PER MM 53 233	
268		FUSIFORM CELLS COMMON 54 234	
269		STORIED 55 235	
270		INCLUDED PHLOEM 56 236	
271		VERTICAL CANALS 57 237	
272		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 238	
273		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 239	
274		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 240	
275		RAPHIDES AND DRUSES 64 241	
276		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 242	
277		PREDOM. APOTRACHEAL 45 243	
278		DIFFUSE 46 244	
279		PREDOM. PARATRACHEAL 47 245	
280		VASCICENTRIC 48 246	
281		ALFORM OR CONFLUENT 49 247	
282		PAR. RARE OR ABSENT 50 248	
283		BANDS 1 - SERIATE 51 249	
284		BANDS 4 - SERIATE 52 250	
285		BANDS 6 PER MM 53 251	
286		FUSIFORM CELLS COMMON 54 252	
287		STORIED 55 253	
288		INCLUDED PHLOEM 56 254	
289		VERTICAL CANALS 57 255	
290		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 256	
291		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 257	
292		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 258	
293		RAPHIDES AND DRUSES 64 259	
294		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 260	
295		PREDOM. APOTRACHEAL 45 261	
296		DIFFUSE 46 262	
297		PREDOM. PARATRACHEAL 47 263	
298		VASCICENTRIC 48 264	
299		ALFORM OR CONFLUENT 49 265	
300		PAR. RARE OR ABSENT 50 266	
301		BANDS 1 - SERIATE 51 267	
302		BANDS 4 - SERIATE 52 268	
303		BANDS 6 PER MM 53 269	
304		FUSIFORM CELLS COMMON 54 270	
305		STORIED 55 271	
306		INCLUDED PHLOEM 56 272	
307		VERTICAL CANALS 57 273	
308		CRYSTALS: ORDINARY CELLS 61 274	
309		CRYSTALS: CHAMBERED CELLS 62 275	
310		CRYSTALS: IN IDIOLASTS 63 276	
311		RAPHIDES AND DRUSES 64 277	
312		OIL OR MUCILAGE CELLS 65 278	
313		PREDOM. APOTRACHEAL 45 279	
314		DIFFUSE 46 280	
315		PREDOM. PARATRACHEAL 47 281	
316		VASCICENTRIC 48 282	
317		ALFORM OR CONFLU	

A B C D E F G H		I J K L M N O P Q	
GROWTH RINGS		FIBRES, ETC.	
88	EXCLUSIVELY SOLITARY	1	23
78	RADIAL GROUPS OF 4	2	24
58	RADIAL OR OBLIQUE	3	25
48	TANGENTIAL ARRANGEMENT	4	26
38	PORE CLUSTERS	5	27
28	PERFS. SIMPLE	6	28
18	MULT. PERF. PLATES	7	29
08	PLATES WITH > 20 BARS	8	30
98	SPIRALS	9	31
88	PITS MINUTE	10	32
78	PITS HORIZONTAL OR SCAL.	11	33
68	PITS VESTURED	12	34
58	VESSLS ABSENT	13	35
48	TYLOSES ABUNDANT	14	36
38	TYLOSES SCLEROSED	15	37
28	DEPOSITS OR GUM	16	38
18	FEWER THAN 5/S. MM.	17	39
08	FEWER THAN 20/S. MM.	18	40
98	MORE THAN 40/S. MM.	19	41
88	MEAN T.D. < 50	20	42
78	MEAN T.D. < 100	21	43
68	MEAN T.D. < 200	22	44
GEOGRAPHICAL REGIONS		RAYS	
EUROPE, ETC.		TILE CELLS	
INDIA, ETC.		SHEATH CELLS	
MALAY, ETC.		CANALS OR LATEX TUBES	
AUSTRALIA, NEW ZEALAND		STORIED	
TROP. AFRICA & MASC.		COMMONLY < 4/MM.	
SOUTH AFRICA		COMMONLY > 12/MM.	
NORTH AFRICA		PITS TO VESSELS LARGE	
CENT. AMERICA, W. INDIES			
TEMP. SOUTH AMERICA			
PRESENT			
RING POROUS			
INTERMED. RING POROUS			
DIFFUSE POROUS			
DISTINCT ODOR			
DISTINCTIVE COLOUR			
SPLINTER BURNS TO ASH			
DENSITY (V.D.)			
DENSITY (A.D.)			
DENSITY (O.D.)			
CRYSTALS: CHAMBERED CELLS			
CRYSTALS: ORDINARY CELLS			
CRYSTALS: IN IDIOBLASTS			
RAPHIDES AND DRUSES			
OIL OR MUCILAGE CELLS			
OTHER FEATURES			
PARENCHYMA			
PREDOM. APOTRACHEAL			
DIFFUSE			
PREDOM. PARATRACHEAL			
VASCICENTRIC			
ALFORM OR CONFLUENT			
PAR. RARE OR ABSENT			
BANDS 1. SERIATE			
BANDS 4. SERIATE			
BANDS 6 PER MM			
STORIED			
FUSIFORM CELLS COMMON			
INCLUDED PHLOEM			
VERTICAL CANALS			
VERTICAL CANALS IN TANG. LINES			
CRYSTALS: ORDINARY CELLS			
CRYSTALS: CHAMBERED CELLS			
CRYSTALS: IN IDIOBLASTS			
RAPHIDES AND DRUSES			
OIL OR MUCILAGE CELLS			

Figura 76. Cartão perfurado com as principais características do xilema de *Rollinia silvatica*.

A B C D E F G H		I J K L M N O P Q	
88		23	SEPTATE
78	DIFFUSE POROUS	24	THICK WALLED
68	INTERMED. RING POROUS	25	PITS DISTINCTLY BORDERED
58	RING POROUS	26	TRACHEIDS PRESENT
48	PRESENT	27	
38		28	COMMONLY > 1 MM. HIGH
28	TEMP. SOUTH AMERICA	29	EXCLUSIVELY 1-SERiate
18	CENT. AMERICA. W. INDIES	30	COMMONLY 4-10-SERiate
08	NORTH AMERICA	31	COMMONLY > 10-SERiate
67	SOUTH AFRICA	32	AGGREGATE RAYS
57	AUSTRALIA, NEW ZEALAND	33	2 DISTINCT WIDTHS
47	TROP. AFRICA & MASC. IS.	34	HOMOGENEOUS
37	MALAY. ETC.	35	4 OR MORE MARG. ROWS
27	INDIA. ETC.	36	10 OR MORE MARG. ROWS
17	EUROPE. ETC.	37	2-OR-3 SER. PARTS NARROW
7		38	TILE CELLS
6		39	SKEWED CELLS
5		40	CANALS OR LATEX TUBES
4		41	STORIED
3		42	COMMONLY < 4/MM
2		43	COMMONLY > 12/MM
1		44	PITS TO VESSELS LARGE

Figura 77. Cartão perfurado com as principais característi-
cas do xilema de *Xylopia brasiliensis*.

APÊNDICE 5

DADOS QUANTITATIVOS LEVANTADOS POR ESPÉCIE MOSTRANDO
O NÚMERO DE MEDIÇÕES NECESSÁRIAS PARA UMA PRECISÃO
DE 90% CONFORME AS NORMAS DA COPANT

QUADRO 25. Características quantitativas levantadas para *Annona cacans*, mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da norma COPANT:

CARACTERÍSTICAS	Nº MEDIÇÕES REALIZADAS	Nº MEDIÇÕES NECESSÁRIAS
1. Poros/mm ²	300	78
2. Ø tangencial de poros	300	162
3. Comprimento de fibras	300	2.406 *
4. Ø total das fibras	300	119
5. Ø do lumen de fibras	300	149
6. Espessura da parede de fibras	300	4
7. Comprimento de elementos vasculares	150	468 *

QUADRO 26. Características quantitativas levantadas para *Annona glabra*, mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da norma COPANT:

CARACTERÍSTICAS	Nº MEDIÇÕES REALIZADAS	Nº MEDIÇÕES NECESSÁRIAS
1. Poros/mm ²	300	18
2. Ø tangencial de poros	300	73
3. Comprimento de fibras	300	915 *
4. Ø total das fibras	300	20
5. Ø do lumen de fibras	300	28
6. Espessura da parede de fibras	300	7
7. Comprimento de elementos vasculares	150	275 *

(*) Significa que o número de medições realizadas é insuficiente, para um nível de 90% de probabilidade.

QUADRO 27. Características quantitativas levantadas para *Duguetia lanceolata*, mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da norma COPANT:

CARACTERÍSTICAS	Nº MEDIÇÕES REALIZADAS	Nº MEDIÇÕES NECESSÁRIAS
1. Poros/mm ²	300	92
2. Ø tangencial de poros	300	63
3. Comprimento de fibras	300	536 *
4. Ø total das fibras	300	22
5. Ø do lumen de fibras	300	49
6. Espessura da parede de fibras	300	10
7. Comprimento de elementos vasculares	150	357 *

QUADRO 28. Características quantitativas levantadas para *Guatteria australis*, mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da norma COPANT:

CARACTERÍSTICAS	Nº MEDIÇÕES REALIZADAS	Nº MEDIÇÕES NECESSÁRIAS
1. Poros/mm ²	300	52
2. Ø tangencial de poros	300	244
3. Comprimento de fibras	300	942 *
4. Ø total das fibras	300	48
5. Ø lumen de fibras	300	69
6. Espessura da parede de fibras	300	8
7. Comprimento de elementos vasculares	150	356 *

(*) Significa que o número de medições realizadas é insuficiente, para um nível de 90% de probabilidade.

QUADRO 29. Características quantitativas levantadas para *Porcelia macrocarpa*, mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da norma COPANT:

CARACTERÍSTICAS	Nº MEDIÇÕES REALIZADAS	Nº MEDIÇÕES NECESSÁRIAS
1. Poros/mm ²	300	168
2. Ø tangencial de poros	300	215
3. Comprimento de fibras	300	2.076 *
4. Ø total das fibras	300	21
5. Ø do lumen de fibras	300	30
6. Espessura da parede de fibras	300	7
7. Comprimento de elementos vasculares	150	490 *

QUADRO 30. Características quantitativas levantadas para *Rollinia emarginata*, mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da norma COPANT:

CARACTERÍSTICAS	Nº MEDIÇÕES REALIZADAS	Nº MEDIÇÕES NECESSÁRIAS
1. Poros/mm ²	300	169
2. Ø tangencial de poros	300	62
3. Comprimento de fibras	300	996 *
4. Ø total das fibras	300	33
5. Ø do lumen de fibras	300	46
6. Espessura da parede de fibras	300	8
7. Comprimento de elementos vasculares	150	265 *

(*) Significa que o número de medições realizadas é insuficiente, para um nível de 90% de probabilidade.

QUADRO 31. Características quantitativas levantadas para *Rollinia exalbida*, mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da norma COPANT:

CARACTERÍSTICAS	Nº MEDIÇÕES REALIZADAS	Nº MEDIÇÕES NECESSÁRIAS
1. Poros/mm ²	300	54
2. Ø tangencial de poros	300	79
3. Comprimento de fibras	300	1.286 *
4. Ø total das fibras	300	33
5. Ø do lumen de fibras	300	53
6. Espessura da parede de fibras	300	7
7. Comprimento de elementos vasculares	150	310 *

QUADRO 32. Características quantitativas levantadas para *Rollinia sericea*, mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da norma COPANT:

CARACTERÍSTICAS	Nº MEDIÇÕES REALIZADAS	Nº MEDIÇÕES NECESSÁRIAS
1. Poros/mm ²	300	20
2. Ø tangencial de poros	300	90
3. Comprimento de fibras	300	954 *
4. Ø total das fibras	300	48
5. Ø do lumen de fibras	300	64
6. Espessura da parede de fibras	300	8
7. Comprimento de elementos vasculares	150	310 *

(*) Significa que o número de medições realizadas é insuficiente, para um nível de 90% de probabilidade.

QUADRO 33. Características quantitativas levantadas para *Rollinia silvatica*, mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da norma COPANT:

CARACTERÍSTICAS	Nº MEDIÇÕES REALIZADAS	Nº MEDIÇÕES NECESSÁRIAS
1. Poros/mm ²	300	101
2. Ø tangencial de poros	300	72
3. Comprimento de fibras	300	734 *
4. Ø total de fibras	300	55
5. Ø lumen de fibras	300	69
6. Espessura da parede de fibras	300	5
7. Comprimento de elementos vasculares	150	219 *

QUADRO 34. Características quantitativas levantadas para *Xylopia brasiliensis*, mostrando o número de medições efetuadas e o número de medições necessárias para uma precisão de 90%, conforme determinação da norma COPANT:

CARACTERÍSTICAS	Nº MEDIÇÕES REALIZADAS	Nº MEDIÇÕES NECESSÁRIAS
1. Poros/mm ²	300	39
2. Ø tangencial de poros	300	215
3. Comprimento de fibras	300	1.282 *
4. Ø total das fibras	300	32
5. Ø do lumen de fibras	300	46
6. Espessura da parede de fibras	300	11
7. Comprimento de elementos vasculares	150	373 *

(*) Significa que o número de medições realizadas é insuficiente, para um nível de 90% de probabilidade.

APÊNDICE 6

DADOS QUANTITATIVOS DE DETERMINADAS CARACTERÍSTICAS
ANATÔMICAS E RESPECTIVAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA

QUADRO 35. Dados relativos ao comprimento das células iniciais fusiformes (μm) das espécies em estudo.

ESPÉCIES	Repetições			Média
	I	II	III	
1. <i>Annona cacans</i>	446,2	440,9	441,1	442,7
2. <i>Annona glabra</i>	367,4	381,2	391,1	379,9
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	379,1	386,6	376,6	380,8
4. <i>Guatteria australis</i>	493,3	500,2	493,5	495,7
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	515,5	504,4	502,9	507,6
6. <i>Rollinia emarginata</i>	267,9	273,7	281,0	274,2
7. <i>Rollinia exalbida</i>	342,4	340,1	336,2	339,6
8. <i>Rollinia sericea</i>	427,4	416,7	417,2	420,4
9. <i>Rollinia silvatica</i>	367,4	365,6	351,5	361,5
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	593,6	586,8	625,1	601,8

QUADRO 36. Análise de variância dos comprimentos totais das células iniciais fusiformes das espécies.

Análise de variância

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	22,4	11,2	
Tratamentos	9	243823,4	27091,5	300**
Resíduo	18	1624,5	90,3	
Total	29	245470,3		

Coeficiente de variação: 2,3%

** significativo a 1%

QUADRO 37. Dados de diâmetro tangenciais médio dos poros (μm) das espécies em estudo.

ESPÉCIES	Repetições			Média
	I	II	III	
1. <i>Annona cacans</i>	148,11	108,85	119,39	125,4
2. <i>Annona glabra</i>	101,38	93,83	114,99	103,3
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	88,45	97,42	98,69	94,8
4. <i>Guatteria australis</i>	156,34	167,49	107,85	143,8
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	114,75	70,92	113,06	99,5
6. <i>Rollinia emarginata</i>	62,27	54,35	64,21	59,9
7. <i>Rollinia exalbida</i>	74,42	79,95	76,84	77,0
8. <i>Rollinia sericea</i>	136,77	134,77	129,31	133,6
9. <i>Rollinia silvatica</i>	109,49	105,50	92,66	102,5
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	136,02	118,21	103,04	119,1

QUADRO 38. Análise de variância dos diâmetros tangenciais totais dos poros das espécies.

Análise de variância

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Blocos	2	620,6	345,3	
Tratamentos	9	17667,6	1963,1	7,4**
Resíduos	18	4774,7	265,3	
Total	29	23132,9		

Coefficiente de variação: 15,4%

** significativo a 1%

QUADRO 39. Dados de comprimento dos elementos vasculares (µm) das espécies em estudo.

ESPÉCIES	Repetições			Média
	I	II	III	
1. <i>Annona cacans</i>	309,4	347,2	381,6	346,1
2. <i>Annona glabra</i>	421,6	350,0	352,6	374,7
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	441,8	465,2	364,2	423,7
4. <i>Guatteria australis</i>	476,6	394,6	449,2	440,1
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	390,0	445,2	433,0	422,7
6. <i>Rollinia emarginata</i>	198,0	232,6	235,4	222,0
7. <i>Rollinia exalbida</i>	302,0	374,6	339,6	338,7
8. <i>Rollinia sericea</i>	327,6	319,0	370,6	339,1
9. <i>Rollinia silvatica</i>	308,8	317,2	363,4	329,8
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	565,0	571,0	517,8	551,3

QUADRO 40. Análise de variância dos comprimentos totais dos elementos vasculares das espécies.

Análise de variância

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	342,2	171,1	
Tratamentos	9	206144,9	22905,0	16,6**
Resíduo	18	24781,2	1376,7	
Total	29	231268,3		

Coefficiente de variação: 9,8%

** significativo a 1%

QUADRO 41. Dados de comprimento das séries de células de parênquima axial (μm) das espécies em estudo.

ESPÉCIES	Repetições			Média
	I	II	III	
1. <i>Annona cacans</i>	426,0	431,4	408,8	422,07
2. <i>Annona glabra</i>	442,0	402,2	403,8	416,0
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	436,0	463,2	391,4	430,2
4. <i>Guatteria australis</i>	506,2	527,6	427,0	486,93
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	408,8	476,8	457,2	447,6
6. <i>Rollinia emarginata</i>	234,4	259,6	229,0	241,0
7. <i>Rollinia exalbida</i>	358,8	440,2	384,0	390,13
8. <i>Rollinia sericea</i>	425,8	373,4	335,0	378,07
9. <i>Rollinia silvatica</i>	324,4	368,8	329,6	340,93
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	590,6	652,2	589,8	610,87

QUADRO 42. Análise de variância dos comprimentos totais das séries de parênquima axial das espécies:

Análise de variância

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	9688,5	4844,25	
Tratamentos	9	247195,0	27466,10	34,797**
Resíduo	18	14208,0	789,333	
Total	29	271091,0		

Coefficiente de variação: 6,74%

** significativo a 1%

QUADRO 43. Dados de comprimento das fibras (μm) das espécies em estudo.

ESPÉCIES	Repetições			Média
	I	II	III	
1. <i>Annona cacans</i>	739,1	1066,1	1165,3	990,2
2. <i>Annona glabra</i>	1276,0	1332,1	1397,9	1335,3
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	1094,2	997,6	1028,0	1039,9
4. <i>Guatteria australis</i>	1208,8	1213,7	1320,9	1247,8
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	1081,1	1543,0	1446,9	1357,0
6. <i>Rollinia emarginata</i>	822,2	865,2	745,2	810,9
7. <i>Rollinia exalbida</i>	1268,9	1424,4	1347,4	1346,9
8. <i>Rollinia sericea</i>	1066,4	1005,4	965,8	1012,5
9. <i>Rollinia silvatica</i>	1046,1	1043,3	990,8	1026,7
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	1002,8	1184,6	1067,1	1084,8

QUADRO 44. Análise de variância dos comprimentos totais das fibras das espécies.

Análise de variância

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	64696,4	32348,2	
Tratamentos	9	931193,1	103465,9	8,6**
Resíduo	18	217484,3	12082,5	
Total	29	1213373,8		

Coeficiente de variação: 9,8%

** significativo a 1%

QUADRO 45. Dados de altura dos raios multisseriados(μm) das espécies em estudo.

ESPÉCIES	Repetições			Média
	I	II	III	
1. <i>Annona cacans</i>	572,8	709,4	729,4	670,5
2. <i>Annona glabra</i>	693,6	396,6	526,8	539,0
3. <i>Duguetia lanceolata</i>	1088,4	1353,4	1492,8	1311,5
4. <i>Guatteria australis</i>	1774,0	1737,4	1302,6	1604,7
5. <i>Porcelia macrocarpa</i>	561,0	997,8	890,4	816,4
6. <i>Rollinia emarginata</i>	421,8	499,2	444,6	455,2
7. <i>Rollinia exalbida</i>	496,8	793,6	553,4	614,6
8. <i>Rollinia sericea</i>	637,4	551,2	706,0	631,5
9. <i>Rollinia silvatica</i>	438,8	529,6	582,6	517,0
10. <i>Xylopia brasiliensis</i>	840,0	1233,0	954,2	1009,1

QUADRO 46. Análise de variância das alturas dos raios multisseriados das espécies.

Análise de variância

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	81511,7	40755,9	
Tratamentos	9	3890613,9	432290,4	16,9**
Resíduo	18	460067,9	25559,3	
Total	29	4432193,5		

Coeficiente de variação: 19,6%

** significativo a 1%